



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**MATEUS SILVEIRA MARTINS HARTMANN**

**AVALIAÇÃO DE MICROTRINCAS DENTINÁRIAS APÓS O PREPARO  
DO CANAL RADICULAR *IN VIVO* COM INSTRUMENTOS RECÍPROCOS  
UTILIZANDO DUAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES**

**Piracicaba  
2016**

MATEUS SILVEIRA MARTINS HARTMANN

**AVALIAÇÃO DE MICROTRINCAS DENTINÁRIAS APÓS O PREPARO  
DO CANAL RADICULAR *IN VIVO* COM INSTRUMENTOS RECÍPROCOS  
UTILIZANDO DUAS SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, na Área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO MATEUS SILVEIRA MARTINS HARTMANN E ORIENTADA PELO PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA.

**Piracicaba  
2016**

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
Heloisa Maria Ceccotti - CRB 8/6403

H255a Hartmann, Mateus Silveira Martins, 1976-  
Avaliação de microtrincas dentinárias após o preparo do canal radicular *in vivo* com instrumentos Reciproc utilizando duas substâncias químicas auxiliares / Mateus Silveira Martins Hartmann. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2016.

Orientador: Alexandre Augusto Zaia.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Tratamento do canal radicular. 3. Microtomografia por Raio-X. I. Zaia, Alexandre Augusto, 1968-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** Evaluation of dentinal microcracks after *in vivo* root canal preparation with Reciproc instruments using two chemicals auxiliary substances

**Palavras-chave em inglês:**

Endodontics

Root canal therapy

X-Ray Microtomography

**Área de concentração:** Endodontia

**Titulação:** Doutor em Clínica Odontológica

**Banca examinadora:**

Alexandre Augusto Zaia [Orientador]

José Roberto Vanni

Tauby de Souza Coutinho Filho

Adriana de Jesus Soares

Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes

**Data de defesa:** 30-11-2016

**Programa de Pós-Graduação:** Clínica Odontológica



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 30 de Novembro de 2016, considerou o candidato MATEUS SILVEIRA MARTINS HARTMANN aprovado.

PROF. DR. ALEXANDRE AUGUSTO ZAIA

PROF. DR. JOSÉ ROBERTO VANNI

PROF. DR. TAUBY DE SOUZA COUTINHO FILHO

PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ADRIANA DE JESUS SOARES

PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. BRENDA PAULA FIGUEIREDO DE ALMEIDA GOMES

A Ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Germano e Tamara**, pela dádiva da vida, pelo amor incondicional e pelos muitos e valiosos ensinamentos que sempre me fizeram ir além, mas com limites e responsabilidades.

À minha amada esposa, **Nadia**, minha companheira e amiga, meu amor, e quem sempre me incentivou e me apoiou na minha caminhada profissional. Obrigado pela cumplicidade, dedicação e amor.

Aos meus queridos e amados filhos, **Lucas e Felipe**, por serem os motivos principais da minha existência, da minha busca incansável por sempre querer melhorar e pela paciência e compreensão da ausência.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela vida plena e feliz que tenho e pela possibilidade de trabalhar, viver e estudar.

À **FOP-Unicamp**, pela oportunidade de realizar o Curso de Doutorado numa Instituição de referência no ensino da Odontologia.

Ao Professor, **Alexandre Augusto Zaia**, pela amizade, ensinamentos, apoio, honradez e, especialmente, pela acolhida no Doutorado em momentos difíceis, quando a dúvida fez-se presente.

À Professora, **Adriana de Jesus Soares**, pelo apoio e a presteza de estar sempre junto conosco, pelos momentos de certeza nas incertezas, de aconselhamentos e respeito.

Aos professores da Disciplina de Endodontia da FOP-Unicamp, **Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes, José Flavio Affonso de Almeida e Caio Cezar Rande Ferraz**.

Aos colegas de doutorado, **Julio Vargas Neto, Marcelle Bourreau e Maria Cristina Coelho de Carvalho**, pelos momentos de aprendizado compartilhados, pela amizade e convivência durante o Curso.

Ao **Volmir João Fornari**, meu amigo, meu professor e colega de doutorado, um grande profissional e parceiro, com quem aprendi e aprendo muito, não somente de Endodontia, mas também de vida. Obrigado pelos ensinamentos e auxílio nas dúvidas e companhia nas viagens para o Doutorado.

Ao meu amigo e mestre, **José Roberto Vanni**, o professor que despertou em mim a vontade de ser docente, pelo seu exemplo e competência, além de um grande colega. Tenho orgulho de dizer que sou seu colega. Muito obrigado pelo aprendizado diário ao longo de todos esses anos.

À amiga e colega, **Flavia Baldissarelli Marcon**, pela sua dedicação e amizade, exemplo de força e garra, pelo apoio e substituição nas minhas ausências nas aulas da graduação e pós-graduação. Muito obrigado pelo apoio e amizade.

Aos meus colegas de consultório, **Cristiano Magagnin e Daniela Lange Rossetto**, pela compreensão da ausência, apoio e disponibilidade de atendimento dos pacientes, pela parceria e também às nossas colaboradoras, **Daiane Hanc, Pamela Wagner e Viviane Pires** muito dedicadas, cuidadosas e empenhadas.

À professora, **Roberta Costella**, minha colega, obrigado pelos conhecimentos de Metodologia Científica e pela amizade.

Ao **Centro de Estudos Odontológicas Meridional (CEOM)** nas pessoas dos seus sócios, colaboradores, professores e pacientes, pelo apoio e abertura na condução deste trabalho.

À **IMED**, seus Diretores, colaboradores e especialmente à Coordenação da Escola de Odontologia pelo incentivo.

Ao **Laboratório de Análise de Minerais e Rochas – LAMIR**, na pessoa do competente **Thiago Gomes da Silva**, pela sua dedicação e empenho na obtenção das imagens de microtomografias utilizadas neste trabalho.

À **Karla Rovaris**, colega e amiga, pela competência e disponibilidade no tratamento e avaliação das imagens microtomográficas que puderam levar aos resultados do presente estudo, muito obrigado.

*Ao professor e Grande Mestre, **Francisco José de Souza Filho**, in memoriam, que abriu as portas não somente da FOP-Unicamp, permitindo que eu realizasse o sonho de cursar o Doutorado, mas também de uma Endodontia diferente, com qualidade e ciência, de discussões para a construção e desconstrução de novos conhecimentos. Professor e amigo, a sua perda foi muito grande e deixa um vazio enorme no ensino da Endodontia, pois nos deixou sem as infinitas possibilidades de conhecimento, sem as aulas em Itapetininga, os encontros, as jantãs em Piracicaba; enfim, espero que esteja bem onde quer que esteja, uma vez que foi um capítulo muito importante em minha vida pessoal e acadêmica, pelas demonstrações verdadeiras de humildade e competência. Muito obrigado!!! Fique em paz, querido Professor Francisco!!!!*

## RESUMO

O preparo dos canais radiculares é um dos principais passos para atingir o sucesso do tratamento endodôntico, com limpeza e forma adequada ao canal radicular, eliminação de bactérias e remoção de detritos, permite a obturação tridimensional do sistema de canais radiculares. A instrumentação dos canais radiculares pode ser executada com instrumentos manuais ou mecanizados com rotação contínua ou recíproca. Entretanto esses instrumentos podem causar microtrincas dentinárias. Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar *in vivo* a ocorrência de microtrincas dentinárias em dentes vitais, após instrumentação endodôntica, utilizando instrumentos de uso único, com movimento recíproco (Reciproc), associado a duas diferentes substâncias químicas auxiliares, a clorexidina gel 2% e o hipoclorito de sódio 5,25%. 20 dentes incisivos inferiores de cinco pacientes foram preparados *in vivo*, com instrumentos Reciproc R40 (40/.06). Dois dentes de cada paciente foram alocados em cada grupo experimental, utilizando uma substância química auxiliar diferente: Grupo 1 (n=10) – hipoclorito de sódio 5,25% e Grupo 2 (n=10) – clorexidina gel 2%. Após o preparo, os dentes foram extraídos e observados em toda a sua extensão, do ápice até a junção amelocementária com auxílio de microtomografia computadorizada. Os resultados demonstraram ausência de microtrincas dentinárias do interior para o exterior dos canais radiculares após a análise das imagens em todos os dentes. Esses resultados sugerem que o preparo dos canais radiculares efetuado com os instrumentos Reciproc R40 *in vivo*, em dentes com polpa vital, é seguro e não causa microtrincas dentinárias nos canais radiculares de incisivos inferiores, independentemente da substância química auxiliar utilizada.

Palavras-chave: Endodontia. Tratamento do canal radicular. Preparo de canal radicular. Microtrincas dentinárias. Microtomografia por Raio-X. Movimento recíproco.

## ABSTRACT

The preparation of root canals is one of the key steps to achieve the success of endodontic treatment, cleaning and shaping adequately to the root canal and the bacteria and debris removal, allows three-dimensional obturation of the root canal system. The root canal instrumentation can be performed with manual or mechanized instruments with continuous rotation or reciprocating. However, these instruments can cause dentinal microcracks. The aim of this study was to evaluate *in vivo* if there are dentinal microcracks in vital teeth after endodontic instrumentation using single-use instruments, with reciprocating movement (Reciproc), associated to two different auxiliary chemical substances, chlorhexidine gel 2% and sodium hypochlorite 5.25%. 20 lower incisor teeth of five patients were prepared *in vivo*, with Reciproc R40 instruments (40/.06). Two teeth from each patient were allocated to each experimental group, using a different chemical auxiliary substance: Group 1 (n=10) - sodium hypochlorite 5.25% and Group 2 (n=10) - 2% chlorhexidine gel. After preparation, the teeth were extracted and observed in its entire length, the apex to the amelocemental junction with the aid of micro-CT. The results showed the absence of dentinal microcracks the inside to the outside of the root canals after the analysis of images in all teeth. The results suggest that the preparation of root canals performed with Reciproc R40 instruments *in vivo*, in teeth with vital pulp, it is safe and does not cause dentinal microcracks in root canals of mandibular incisors, regardless of auxiliary chemical substance used.

Key words: Endodontics. Root canal therapy. Root canal preparation. Dentinal microcracks. X-Ray Microtomography. Reciprocating motion.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Imagem da sondagem periodontal do dente 32 de um dos pacientes selecionados. Note que a profundidade de sondagem não excede os 4 mm..... 45
- Figura 2 – Imagem de uma tomografia computadorizada (corte coronal) do dente 32 apresentando um canal radicular ..... 45
- Figura 3 – Imagem da tela do Programa DataView ressaltando os três planos de observação – sagital, coronal e axial das microtomografias ..... 49
- Figura 4 – Imagens de micro-TC representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) de um dos cortes para análise da presença de microtrincas dentinárias ..... 50
- Figura 5 – Imagem de micro-TC da região cervical de um dente demonstrando microtrinca dentinária incompleta, com origem externa ao canal radicular (vide setas) ..... 50
- Figura 6 – Imagens de micro-TC representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) com 100% de aumento, de dentes do Grupo 1 (NaOCl 5,25%). Não há presença de microtrincas dentinárias ..... 52
- Figura 7 – Imagens de micro-TC representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) com 100% de aumento, de dentes do Grupo 2 (gel CHX 2% e soro fisiológico). Não há presença de microtrincas dentinárias ..... 53

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BHI – infusão cérebro-corção  
Ca(OH)<sub>2</sub> – hidróxido de cálcio  
CHX – clorexidina  
CT – comprimento de trabalho  
DNA – ácido desoxirribonucleico  
EDTA – ácido etileno diamino tetraacético  
*E. faecalis* – *Enterococcus faecalis*  
G – grupo  
GT – Great Taper  
h – horas  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> – água oxigenada  
IAF – instrumento apical final  
K – lima Tipo Kerr  
MEV – microscopia eletrônica de varredura  
micro-TC – microtomografia computadorizada  
min – minuto  
mm – milímetros  
n – número  
NaOCl – hipoclorito de sódio  
Ni-Ti – níquel-titânio  
p= – nível de significância  
PBM – preparo biomecânico  
PCR – reação de polimerase em cadeia  
pH – potencial de Hidrogênio  
PQM – preparo químico-mecânico  
PUI – ativação ultrassônica passiva  
RNA – ácido ribonucleico  
SAF – System Adaptive File  
TCCB – tomografia computadorizada cone-beam  
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido  
TCR – tratamentos dos canais radiculares  
µm – micrômetros

VRF – valores de resistência à fratura

mL - mililitro

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\alpha$  – nível de significância

# – diâmetro

° – graus

°C – graus Celsius

= – igual

> – maior

< – menor

% – porcentagem

X – vezes

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
2.1	MICROTRINCAS DENTINÁRIAS .....	16
2.2	SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES .....	29
<b>3</b>	<b>PROPOSIÇÃO</b> .....	43
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	44
4.1	LOCAL DA PESQUISA .....	44
4.2	ASPECTOS ÉTICOS .....	43
4.3	SELEÇÃO DOS PACIENTES .....	43
4.4	PREPARO DOS DENTES <i>IN VIVO</i> .....	46
4.5	EXTRAÇÃO DOS DENTES .....	47
4.6	PREPARO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISE .....	48
4.7	ANÁLISE DAS AMOSTRAS .....	49
4.8	ANÁLISE DOS RESULTADOS .....	51
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	52
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	54
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	61
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	62
	<b>ANEXOS</b>	
	<b>ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA</b> .....	72
	<b>APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	76

## 1 INTRODUÇÃO

O preparo dos canais radiculares é um dos principais passos para atingir o sucesso do tratamento endodôntico; deve propiciar limpeza e forma adequada ao canal radicular com a eliminação de bactérias e remoção de detritos e a obturação tridimensional do sistema de canais radiculares (Schilder, 1974).

O preparo biomecânico (PBM) é um dos assuntos mais estudados na literatura endodôntica devido a sua grande importância. O preparo físico dos canais radiculares é executado há muito tempo com instrumentos manuais, pouco flexíveis e que provocam desvios e transporte apical, principalmente em canais curvos (Tasdemir et al., 2005).

Com o advento do níquel-titânio (Ni-Ti) e a sua introdução na Endodontia, em 1988, pelas suas excelentes propriedades físicas (Walia et al., 1988), que possibilitaram a rotação dos instrumentos fabricados com essa liga no interior dos canais radiculares de forma segura, essa fase do tratamento endodôntico tornou-se mais fácil e rápida (Pinheiro et al., 2012).

Estudos recentes têm trazido alguns questionamentos a respeito de defeitos causados pelo PBM com instrumentos mecanizados de Ni-Ti, tais como microtrincas dentinárias (De-Deus et al., 2014; De-Deus et al., 2015; Kfir et al., 2016). Essas microtrincas, ao se prolongarem, poderiam levar os dentes a fraturas radiculares verticais que são extremamente indesejáveis por estarem associadas ao insucesso do tratamento endodôntico a longo prazo e perda do elemento dental (Shemesh et al., 2008; Kim et al., 2010; Adorno et al., 2013). Nesses estudos vários sistemas são utilizados, pois a variedade desses é muito grande. As características dos sistemas são importantes, tais como: ponta ativa, diâmetro, forma e, principalmente, a conicidade dos instrumentos.

Esses defeitos dentinários comparam diferentes sistemas de instrumentação, com diferentes conicidades, com uma novidade lançada no mercado, que são os instrumentos de uso único e movimentos recíprocos (Bürklein et al., 2013), reintroduzidos por Yared (2008).

A partir desse estudo, os fabricantes propuseram dois sistemas para o preparo dos canais radiculares utilizando o movimento recíproco, com os instrumentos denominados Reciproc (VDW) e WaveOne (Maillefer Dentsply). Isso foi possível com o tratamento térmico das ligas de Ni-Ti, denominado M-Wire, que propicia à liga a melhora das suas propriedades físicas, como o aumento da flexibilidade e da resistência à fadiga cíclica causada pelas forças de tensão e compressão do instrumento (Alapati et al., 2009; Al Hadlaq et al., 2010; Shen et al., 2013).

O Sistema Reciproc (VDW, Munich, Germany) é um dos novos sistemas de lima única utilizado com movimento recíprocante. Com uma secção em forma de *S* e uma ponta não cortante, esses instrumentos preparam o canal fazendo movimentos de 150° no sentido anti-horário e de 30° no sentido horário, resultando em um movimento de 120°; assim, a cada três ciclos o instrumento completa 360°. A velocidade aproximada é de 10 ciclos por segundo, o equivalente a uma velocidade de 300 rpm. Esses instrumentos são disponibilizados em três diferentes tamanhos e conicidades, o R25 (25/0,08), o R40 (40/0,06) e o R50 (50/0,05) (Capar et al., 2014b; Jalali et al., 2015).

Associado ao preparo mecânico dos canais radiculares há a necessidade de substâncias que tenham ação química, denominadas de substâncias químicas auxiliares. O hipoclorito de sódio (NaOCl) é a substância química auxiliar mais utilizada na Endodontia por apresentar diversas propriedades físico-químicas consideradas essenciais em Endodontia (Dutner et al., 2012). Entretanto, a clorexidina (CHX) em suas diferentes apresentações – líquida ou gel – tem sido empregada como substância química auxiliar, servindo como alternativa ao NaOCl (Ferraz et al., 2007; Roças et al., 2016). A viscosidade da CHX em forma de gel lubrifica as paredes do canal radicular, reduzindo o atrito entre os instrumentos endodônticos e a superfície da dentina, facilitando a instrumentação e reduzindo os riscos de fratura de instrumentos no interior do canal radicular (Ferraz et al., 2001).

Além disso, pouco se sabe sobre a influência da substância química auxiliar na formação das microtrincas dentinárias.

Ainda, nota-se nos estudos publicados na literatura sobre a presença de microtrincas dentinárias que os experimentos foram realizados *in vitro*. Kruzic et al. (2003) demonstraram que a dentina totalmente hidratada exibe maior tenacidade e menos trincas do que a dentina desidratada. Também Dietschi et al. (2008) afirmaram que a que a umidade tem influência direta no módulo de elasticidade da dentina.

Assim, a hipótese que este estudo propõe-se investigar é se o preparo dos canais radiculares executado com instrumentos recíprocantes Reciproc R40 (40/0,06), em incisivos inferiores com polpa viva, preparados na cavidade oral, *in vivo*, protegidos pelos tecidos de suporte e com diferentes substâncias químicas auxiliares, causa microtrincas dentinárias nesses canais radiculares.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão de literatura será dividida em dois tópicos, as microtrincas dentinárias e as substâncias químicas auxiliares.

### 2.1 MICROTRINCAS DENTINÁRIAS

Yared (2008) sugeriu uma nova técnica de preparo dos canais radiculares utilizando movimentos recíprocos e um único uso do instrumento. Para isso, relatou que o canal radicular deve ser explorado no CT com um instrumento manual de diâmetro equivalente a uma lima 08. Em seguida, com um instrumento ProTaper F2 o preparo do canal foi concluído utilizando movimentos de vai e vem, introduzido três vezes no canal radicular, removido e limpo. O canal radicular foi irrigado constantemente com NaOCl 2,5% e a manobra repetida até o CT ser atingido. Em canais radiculares com maior volume, instrumentos manuais podem ser utilizados para complementar o preparo apical desses. O autor enfatiza que as vantagens da técnica são a utilização de um único instrumento para o preparo do canal radicular e, por conseguinte, a redução da fadiga dos instrumentos e a eliminação de contaminação cruzada, pois o instrumento é utilizado uma única vez, havendo redução do custo.

Souza Bier *et al.* (2009) compararam a incidência de defeitos dentinários (fraturas e fissuras) após o preparo do canal radicular utilizando diferentes instrumentos rotatórios de Ni-Ti. Duzentos e sessenta pré-molares inferiores extraídos foram selecionados para o estudo. Quarenta dentes não foram preparados e serviram como grupo controle (n=40). Os outros dentes tiveram as suas patências estabelecidas e o canal radicular explorado com uma lima Tipo K diâmetro 20 e foram preparados ou com limas manuais Flexofile (n=20) ou com diferentes sistemas rotatórios: ProTaper, ProFile, GT System ou S-ApeX (n=50 cada grupo). Todos os os preparos dos canais radiculares utilizaram 12mL de NaOCl 2% como solução irrigadora e uma irrigação final com 2mL de água destilada. As raízes foram seccionadas a 3, 6 e 9 mm do ápice e observadas num microscópio com magnificação de 12X. A presença de defeitos dentinários foi anotada. Houve uma diferença significativa no aparecimento dos defeitos entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Não foram encontrados defeitos nas raízes dos dentes não preparados e aquelas preparadas com limas manuais e S-ApeX. Os preparos executados com ProTaper, ProFile e GT System resultaram em defeitos dentinários em 16%, 8% e 4% dos dentes, respectivamente. Os autores concluíram que alguns métodos de preparo dos canais radiculares podem causar danos aos canais e induzirem defeitos dentinários.

Shemesh et al., em 2009, avaliaram *ex vivo* a incidência de defeitos nos canais radiculares antes e após o preparo radicular e obturação. Utilizaram 80 pré-molares humanos extraídos, divididos em quatro grupos experimentais. Os dentes do Grupo 1 não foram preparados e serviram de controle. Todos os outros dentes tiveram os seus canais radiculares preparados utilizando brocas de Gates Glidden e o Sistema Rotatório GT até o tamanho 40/06 no CT utilizando NaOCl 2% como substância química auxiliar. No Grupo 2, os canais radiculares não foram obturados e, nos outros grupos, obturados com guta percha e AH26, ou com cone mestre e inserção passiva de cones acessórios de guta percha no Grupo 3 ou compactação lateral no Grupo 4. As raízes foram então seccionadas a 3, 6 e 9 mm do ápice e observadas em um microscópio. A presença de defeitos dentinários, tais como fraturas, fissuras ou fraturas incompletas foi anotada e as diferenças entre os grupos foram analisadas. Nos canais não instrumentados não foram observados defeitos. Todos os grupos tiveram diferença ( $p < 0,05$ ). O preparo do canal radicular criou significativamente mais defeitos do que canais não preparados ( $p < 0,05$ ). O número total de defeitos após a compactação lateral foi significativamente maior do que após a obturação dos canais radiculares sem compactação. Os autores concluíram que o preparo do canal radicular e a sua obturação em dentes extraídos criaram defeitos dentinários, tais como fraturas, fissuras e fraturas incompletas.

Paqué et al., em 2011, avaliaram *ex vivo* o preparo do canal radicular quando utilizado o instrumento F2 em movimento recíprocante e a sequência de instrumentos rotatórios ProTaper. Vinte e cinco molares inferiores humanos foram selecionados e divididos em dois grupos. No Grupo 1, o preparo foi com todos os instrumentos do Sistema ProTaper e no Grupo 2, a instrumentação foi apenas com o instrumento F2 em movimento recíprocante. A substância química auxiliar foi a solução de NaOCl 3%. Imagens das raízes foram feitas com microtomógrafo computadorizado (micro-TC) antes e após o preparo do canal radicular para avaliar a mudança no volume de dentina, a porcentagem de paredes preparadas e o grau de transporte do canal radicular. O tempo dispendido no preparo dos canais também foi avaliado. Não houve diferença estatística entre as duas técnicas, a não ser num maior transporte do canal na porção coronária pelo instrumento F2 quando utilizado em movimento recíprocante. Porém, a técnica de preparo com instrumento único foi mais rápida do que o Sistema ProTaper.

Yoldas et al. (2012) compararam *ex vivo* a formação de microtrincas dentinárias durante o preparo com o uso de limas manuais, quatro marcas de instrumentos rotatórios de Ni-Ti e o Sistema SAF (System Adaptive File). Para isso, dividiram 140 primeiros molares superiores em sete grupos. Desses, 20 dentes foram deixados despreparados e serviram como

controle, e os restantes, 120 dentes, foram divididos em seis grupos (n=20), em que limas manuais, Hero-Shaper, Revo-S, Twisted Files, ProTaper e Sistema SAF foram utilizadas para o preparo dos canais radiculares. A substância química auxiliar foi o NaOCl 2,5% em todos os grupos. As raízes foram seccionadas a 3, 6 e 9 mm a partir do vértice, e a superfície de corte foi observada sob um microscópio com magnificação de 40X e verificada a presença de microtrincas dentinárias. O grupo controle (não preparado), as limas manuais e o Sistema SAF não apresentaram microtrincas. Em raízes preparadas com os outros sistemas rotatórios, microtrincas dentinárias foram observadas. Houve diferença estatística entre os dentes do grupo controle, preparados com limas manuais e com o Sistema SAF e os quatro grupos de instrumentos rotatórios de Ni-Ti ( $p < 0,0001$ ). No entanto, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os instrumentos rotatórios de Ni-Ti ( $p > 0,005$ ). Os autores concluíram que todos os instrumentos rotatórios criaram microtrincas na dentina radicular, enquanto que o Sistema SAF e as limas manuais apresentaram resultados satisfatórios sem microtrincas dentinárias.

Bürklein et al., em 2012, compararam *ex vivo* a capacidade de preparo e de limpeza de dois sistemas reciprocantes de lima única (Reciproc e WaveOne) com dois sistemas de instrumentos rotatórios de Ni-Ti convencionais (Mtwo e ProTaper) em canais radiculares curvos. Utilizaram 80 canais radiculares de dentes extraídos com curvaturas variando entre 25° e 39°, divididos em quatro grupos de 20 canais. Grupo 1 – preparados com os instrumentos Mtwo, instrumento apical final (IAF) de tamanho 35; Grupo 2 – com os instrumentos do Sistema ProTaper, IAF=F3; Grupo 3 – Sistema Reciproc (25/08); Grupo 4 – Waveone (25/08), utilizando como solução irrigadora o NaOCl 2,5% e tendo como CT o tamanho real do dente menos 1 mm. Utilizando radiografias pré e pós-instrumentação, a manutenção do trajeto das curvaturas do canal foi determinada com um programa de computador. As quantidades de detritos e *smear layer* foram quantificadas com base em uma escala numérica de avaliação e observadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV). Todos os instrumentos mantiveram a curvatura do canal original, sem diferenças significativas entre os instrumentos utilizados ( $p = 0,382$ ). Para a remoção de detritos, os instrumentos Mtwo e Reciproc mostraram resultados significativamente melhores ( $p < 0,05$ ) do que os outros instrumentos no terço apical dos canais radiculares. Os resultados para *smear layer* foram semelhantes e não significativamente diferentes quando comparados os terços dos canais ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que todos os instrumentos mantiveram a curvatura original do canal radicular e foram seguros. A utilização dos instrumentos Reciproc e Mtwo

resultou em uma melhor limpeza do canal, na parte apical se comparados com os instrumentos ProTaper e Waveone.

Liu et al. (2013b) compararam *ex vivo* a incidência de microtrincas na superfície apical da raiz e na parede do canal radicular após a instrumentação do canal com três sistemas de lima única e com o sistema ProTaper. Cem incisivos inferiores foram selecionados e divididos em cinco grupos. Vinte dentes serviram como controle e tiveram o preparo cervical com brocas de Gates-Glidden. Nenhum outro preparo foi feito. Os outros 80 dentes foram montados em blocos de resina com os ligamentos periodontais simulados, o ápice ficou exposto e todos foram preparados cervicalmente com Gates-Glidden, divididos em quatro grupos experimentais e instrumentados em todo o CT com o Sistema ProTaper, OneShape, Reciproc ou o Sistema SAF e a solução irrigadora foi o NaOCl 2%. A superfície apical da raiz e secções horizontais a 2, 4 e 6 mm do ápice foram observadas sob um microscópio e a presença de microtrincas foi registrada. Como resultado, os autores não encontraram microtrincas nos dentes do grupo controle e em dentes instrumentados com o Sistema SAF. Entretanto, microtrincas foram encontradas em 10 dos 20 (50%), 7 dos 20 (35%), e um de 20 (5%) dos dentes após a instrumentação do canal com o Sistema ProTaper, OneShape e Reciproc, respectivamente, tendo diferença entre os grupos experimentais ( $p < 0,001$ ). Assim, concluíram que os instrumentos de Ni-Ti podem causar microtrincas na superfície radicular apical ou na parede do canal radicular. Além disso, o Sistema SAF e o Reciproc causaram menos microtrincas do que os Sistemas ProTaper e OneShape.

Hin et al., em 2013, objetivaram observar *ex vivo* a incidência de microtrincas na dentina radicular após o preparo de canais radiculares com limas manuais, Sistema SAF, ProTaper e Mtwo. Utilizaram 100 pré-molares extraídos com canais únicos, divididos em cinco grupos de 20 dentes, selecionados conforme a amplitude semelhante da largura do canal. O grupo controle não foi preparado. Os outros quatro grupos experimentais foram instrumentados com limas manuais, ProTaper, Mtwo e SAF. O NaOCl 2% foi utilizado como solução irrigadora. As raízes foram seccionadas horizontalmente e observadas sob um microscópio. Não foram visualizadas fissuras no grupo controle; nos grupos experimentais que utilizaram ProTaper, Mtwo e SAF foram notadas microtrincas em 35%, 25% e 10% dos dentes, respectivamente. O grupo das limas manuais não apresentou nenhuma microtrinca ( $p < 0,0001$ ). Os Sistemas ProTaper e Mtwo causaram mais microtrincas do que as limas manuais ( $p < 0,05$ ), mas o Sistema SAF não ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que a instrumentação de canais radiculares com SAF, Mtwo e ProTaper pode causar danos à dentina

radicular, com uma tendência do SAF causar menos microtrincas dentinárias, em comparação com ProTaper ou Mtwo.

Bürklein et al. (2013) avaliaram *ex vivo* a incidência de defeitos dentinários após o preparo do canal radicular com instrumentos reciprocantes (Reciproc e Wave One) e rotatórios. Dividiram 100 incisivos centrais inferiores em cinco grupos de 20 dentes, Reciproc, WaveOne, ProTaper, Mtwo (com instrumentos apicais finais equivalentes) e um grupo controle, não preparado. Seccionaram as raízes a 3, 6 e 9 mm do ápice e avaliaram em microscópio ótico em 25X de aumento. Os resultados indicaram que nos dentes do grupo controle não foram observados defeitos. Todos os outros canais radiculares preparados apresentaram defeitos. O Sistema Reciproc esteve associado a mais defeitos completos de dentina do que os rotatórios ( $p=0,021$ ). Os reciprocantes produziram mais defeitos incompletos de dentina no ápice (3 mm) se comparados aos rotatórios ( $p=0,001$ ). Nas outras seções a 6 e 9 mm do ápice não houve diferenças. Os autores concluíram que os instrumentos rotatórios e reciprocantes causaram defeitos na dentina. Em nível apical, os reciprocantes produziram mais fraturas dentinárias incompletas do que os rotatórios.

Adorno et al. (2013) avaliaram *ex vivo* os efeitos potenciais dos procedimentos endodônticos (instrumentação e obturação) na iniciação e propagação das fraturas na dentina apical. Utilizaram 40 pré-molares com raiz única e dois canais radiculares que tiveram os seus ápices cortados a 1,5 mm perpendicular ao longo eixo do dente. Os espécimes foram divididos em quatro grupos. Os canais vestibulares dos grupos A, B e C foram dilatados com uma lima manual tipo K de diâmetro 40, utilizando o NaOCl 6% como substância química auxiliar. No Grupo A, os canais foram obturados com guta percha utilizando condensação lateral e compactação vertical sem cimento. No Grupo B, foram obturados com o mesmo método do Grupo A, exceto pela condensação lateral que foi utilizada. No Grupo C, os canais radiculares não foram obturados e no Grupo D, os canais não foram preparados nem obturados. Imagens das superfícies foram obtidas antes do corte dos ápices (*baseline*), posterior ao preparo dos canais radiculares, à obturação e após quatro semanas de armazenamento. As imagens foram inspecionadas para o aparecimento de fraturas a partir do canal radicular. Um efeito significativo do preparo na iniciação das fraturas foi visto ( $p<0,05$ ) e sem efeitos significantes para a obturação ( $p>0,05$ ) ou o armazenamento de quatro semanas no início das fraturas ( $p>0,05$ ) (regressão logística). O Teste Exato de Fisher revelou um efeito significativo da obturação na propagação das fraturas ( $p<0,05$ ) e o armazenamento de quatro semanas não foi efetivo na propagação das fraturas ( $p>0,05$ ). Os autores concluíram

que os procedimentos de preparo do canal radicular podem iniciar potencialmente e propagar as fraturas de dentro para fora dos canais radiculares na região apical.

Stavileci et al. (2013) compararam *ex vivo* a eficácia dos instrumentos rotatórios de Ni-Ti ProTaper e de limas manuais do tipo K no preparo dos canais radiculares. Utilizaram 60 segundos pré-molares, selecionados e divididos em dois grupos de 30. Antes do preparo, todas as amostras foram escaneadas por um micro-TC. Então, 30 dentes foram preparados com limas manuais de aço inoxidável (IAF=30/02) e os outros 30 dentes, com os instrumentos do Sistema ProTaper, sendo o último instrumento o F3 (IAF=30/09). A substância química auxiliar utilizada foi o NaOCl 3%. O transporte do canal e a capacidade de centralização antes e após o preparo do canal radicular foram avaliados utilizando micro-TC. A quantidade e a direção do transporte do canal e a capacidade de centralização do preparo de cada canal foi determinada nos terços coronal, médio e apical do canal radicular. Os instrumentos ProTaper tiveram menos transporte do canal radicular ( $p < 0,001$ ) e melhor capacidade de manter o canal centralizado ( $p < 0,00001$ ) quando comparado com as limas de aço inoxidável. Os autores concluíram que a técnica manual de preparo dos canais radiculares com limas de aço inoxidável produziu mais transporte do canal radicular enquanto que as limas rotatórias mantiveram o canal mais centralizado.

De-Deus et al. (2014) avaliaram *ex vivo* a frequência de microtrincas dentinárias após o preparo do canal radicular ser efetuado com dois sistemas recíprocos e uma sequência de um sistema rotatório utilizando a micro-TC como método de análise. Para esse experimento, utilizaram 30 raízes mesiais de molares inferiores, as quais foram escaneadas no microtomógrafo previamente ao preparo. Os dentes tiveram a patência apical verificada com um instrumento Tipo K de diâmetro 10 e o comprimento de trabalho foi 1 mm mais curto do que o comprimento total do canal radicular, estabelecido com um instrumento Tipo K de diâmetro 15. As amostras foram randomicamente divididas em três grupos experimentais ( $n=10$ ) de acordo com o sistema a ser utilizado: grupo A – Reciproc, grupo B – WaveOne e grupo C – BioRaCe. Os preparos com o Reciproc utilizaram inicialmente o instrumento R25 (25/08) e após o R40 (40/06), ambos até o comprimento de trabalho. Os instrumentos WaveOne utilizados para o preparo foram o Primary (25/08) e o Large (40/08) até o comprimento de trabalho. Os instrumentos BioRaCe foram utilizados numa técnica coroa-ápice até que o comprimento de trabalho fosse atingido, com a sequência de instrumentos BR0 (25/08), BR1 (15/05), BR2 (25/04), BR3 (25/06), BR4 (35/04) e BR5 (40/04). Um segundo e um terceiro escaneamento foram feitos após os preparos dos canais radiculares com instrumentos de tamanho 25 e 40, respectivamente. A irrigação dos canais radiculares foi feita

com 40mL da solução de NaOCl 5,25% para cada dente preparado. Após, as imagens das secções transversais das raízes escaneadas foram observadas para identificar a presença de defeitos dentinários. Os resultados das microtrincas dentinárias foram observados e em 8,72% (n=5697), 11,01% (n=7197), e 7,91% (n=5169) das secções transversais das raízes dos grupos A (Reciproc), B (WaveOne) e C (BioRaCe), respectivamente. Todos os defeitos dentinários identificados nas imagens posteriormente aos preparos dos canais radiculares foram também observados nas imagens correspondentes às imagens pré-operatórias. Assim, os autores concluíram que não houve correlação entre a formação de microtrincas dentinárias e os procedimentos de preparo dos canais radiculares com os sistemas Reciproc, WaveOne e BioRaCe.

El Nasr e El Kader (2014) analisaram *ex vivo*, em seu estudo, defeitos dentinários e resistência à fratura no preparo de raízes ovais com sistema de lima única e diferentes cinemáticas, com o objetivo de determinar o efeito da instrumentação e o tipo de liga utilizados na confecção do instrumento. Sessenta e cinco canais radiculares foram usados em três grupos experimentais (n=20) e um grupo controle (n=5). O grupo controle não foi instrumentado, o grupo 1 foi instrumentado com lima WaveOne Primary, o grupo 2, preparado com lima ProTaper F2 em movimento reciprocante e o grupo 3, preparado com lima ProTaper F2 em movimento rotatório. Em todos os grupos o NaOCl 2,5% foi utilizado como solução irrigadora. De cada grupo, metade dos dentes não foi obturada e foi mergulhada em resina acrílica; os blocos foram seccionados a 3, 6 e 9 mm do ápice. As secções foram examinadas em um microscópio e pontuadas de acordo com a presença de fissuras. Obturaram a outra metade usando condensação lateral de guta percha e cimento AdSeal, e submetida ao teste de resistência à fratura. Na incidência de fissuras, os instrumentos ProTaper em movimento rotatório ou reciprocante produziram mais fissuras do que os instrumentos WaveOne. E na resistência à fratura, nenhuma diferença de força foi constatada quando os instrumentos do grupo 2 e 3 foram utilizados; entretanto, no grupo que utilizou os instrumentos WaveOne mais força foi necessária para fraturar as raízes. Os autores concluíram que a liga utilizada na fabricação do instrumento foi o fator mais importante para determinar o potencial de dano dos instrumentos de lima única do que o próprio movimento utilizado na instrumentação dos canais radiculares.

Kansal et al. (2014) avaliaram *ex vivo* a ocorrência de danos dentinários durante o preparo do canal radicular, utilizando instrumentos reciprocantes e rotatórios, com o objetivo de comparar a formação de fissuras dentinárias dependendo do movimento empregado. Cento e vinte pré-molares foram selecionados, dos quais 30 dentes serviram como controle e não

foram preparados. Dividiram os 90 dentes restantes em três grupos. No grupo 1, foram preparados com limas WaveOne Primary; no grupo 2, foram preparados com um único instrumento F2 ProTaper em movimento recíprocante; e no grupo 3, preparados com a sequência dos instrumentos ProTaper em movimento rotatório. O NaOCl 1% foi utilizado como solução irrigadora em todos os grupos experimentais. As raízes foram seccionadas a 3, 6 e 9 mm do ápice e observadas em microscópio ótico com aumento de 12X. O grupo controle, WaveOne, lima única F2 ProTaper e ProTaper em movimento rotatório contínuo causaram fissuras em 0%, 15%, 26%, 53% das amostras, respectivamente. Houve uma diferença significativa entre os dois grupos que utilizaram o movimento recíprocante com o grupo de rotação contínua; no entanto, nenhuma diferença significativa foi encontrada entre os dois grupos recíprocantes. Os autores concluíram que as fissuras são produzidas independentemente da cinemática do movimento e que a incidência de formação de fissuras é menor quando o movimento recíprocante é utilizado em relação ao movimento rotatório contínuo.

Arias et al., em 2014, cotejavam a utilização de duas técnicas de preparo do canal radicular na promoção de microfissuras, em um estudo piloto, com mandíbulas de cadáveres. Utilizaram duas técnicas de modelagem, uma de rotação contínua e outra com movimento recíprocante. Seis crânios de cadáveres humanos adultos com pelo menos três incisivos inferiores cada foram obtidos e distribuídos aleatoriamente em três grupos: o grupo controle (CG sem instrumentação), o grupo GT (preparo manual com instrumentos GT Profile) e o grupo WO (WaveOne Primary). O NaOCl 6% foi a substância química auxiliar utilizada. Os dentes foram separados das mandíbulas cuidadosamente, as raízes foram seccionadas horizontalmente a 3, 6 e 9 mm do ápice e três examinadores registraram a presença de microfissuras, a extensão, a direção e a localização dessas. Microfissuras foram encontradas em 50% (nos grupos CG e GT) e 66% (no grupo WO) a 3 mm, em 16,6% (Grupo CG) e 33,3% (nos grupos CT e WO) a 6 mm e 16,6% em todos os três grupos a 9 mm do ápice. Não houve diferença significativa de incidência de microfissuras entre os grupos estudados em nenhuma das medidas avaliadas (3, 6 e 9 mm). Todas as microfissuras foram incompletas, pois começavam na parede pulpar e tinham sentido vestibulo-lingual. Os autores concluíram que dentro das limitações do estudo piloto, uma relação entre as técnicas de modelagem (manual GT e Wave One) e a incidência de microfissuras não poderia ser observada quando comparados com os dentes do grupo controle (não instrumentados).

Capar et al. (2014a) compararam *ex vivo* os efeitos dos instrumentos ProTaper Universal, Pro Taper Next e HyFlex na incidência de fissuras na dentina radicular após o

preparo do canal radicular. Utilizaram 100 pré-molares inferiores, divididos em quatro grupos. No grupo controle negativo, 25 dentes não foram preparados; no grupo 1, 25 dentes foram preparados com instrumentos do Sistema ProTaper Universal até o F4; no grupo 2, 25 dentes foram preparados com instrumentos ProTaper Next até X4; e no grupo 3, 25 dentes foram preparados com limas HyFlex até 40/04. A solução de NaOCl 1% foi utilizado como solução irrigadora em todos os grupos. Após o preparo, todas as raízes foram seccionadas perpendicularmente no longo eixo a 2, 4, 6 e 8 mm do ápice e observadas em microscópio ótico. Não foram constatadas fissuras no grupo controle e fraturas radiculares verticais não foram visualizadas em quaisquer dos grupos. Os instrumentos ProTaper Next e HyFlex causaram menos defeitos (28% em cada um dos grupos) do que o instrumento ProTaper Universal (56%). Os autores concluíram que todos os sistemas utilizados causaram fissuras na dentina radicular e que o ProTaper Next e as limas HyFlex tendem a causar menos fissuras dentinárias, quando comparados com o ProTaper Universal.

Capar et al. (2014b) avaliaram os efeitos *ex vivo* de seis diferentes sistemas de instrumentos endodônticos rotatórios no transporte, curvatura do canal, centralização, área de superfície e as alterações volumétricas em canais radiculares curvos de raízes mesiais de molares inferiores avaliando as imagens de tomografia computadorizada cone-beam (TCCB). Para isso, 120 canais radiculares de raízes mesio-vestibulares de primeiros molares inferiores foram divididos em seis grupos de 20 canais cada. Com base em imagens de TCCB antes da instrumentação, os grupos foram ajustados com relação ao ângulo e raio de curvatura do canal. Os canais radiculares foram preparados até um instrumento de diâmetro 25 com os seguintes sistemas: OneShape (OS), ProTaper Universal (PU) F2, ProTaper Next X2, Reciproc (R) R25, Twisted File Adaptive (TFA) SM2 e Waveone Primary. A substância química auxiliar utilizada foi a solução de NaOCl 2,5%. Após o preparo dos canais radiculares, alterações foram avaliadas analisando-se as imagens obtidas pela TCCB. O nível de significância foi  $p=0,05$ . Os resultados apontaram que o sistema Reciproc removeu uma quantidade de dentina significativamente maior do que os sistemas OneShape, ProTaper Universal e TFA ( $p<0,05$ ). Não houve diferença significativa entre os seis grupos quando analisado o transporte, a curvatura do canal radicular, mudanças na área da superfície e na centralização após o preparo. Os autores concluíram que os seis sistemas utilizados não mantiveram a curvatura desses canais e um transporte do canal radicular similar após o preparo de canais mesiais curvos de molares inferiores. O instrumento Reciproc exibiu desempenho superior quando comparado com os sistemas OneShape, Twisted File Adaptive e ProTaper Universal com relação à mudança volumétrica.

Karatas et al. (2015) compararam *ex vivo* a incidência de microtrincas dentinárias após a instrumentação do canal radicular com o Sistema TF Adaptive, Instrumentos Waveone, ProTaper Next e ProTaper Universal. Utilizaram 75 incisivos centrais inferiores, com ápices formados e canais radiculares retos ( $<5^\circ$ ), selecionados e mantidos em água destilada. Os canais radiculares foram instrumentados utilizando o Sistema ProTaper Universal, ProTaper Next, Waveone, e TF Adaptive. O NaOCl foi utilizado como solução irrigadora. Após o preparo, todas as raízes foram seccionadas horizontalmente a 3, 6 e 9 mm do ápice com um contra-ângulo de baixa rotação sob refrigeração. Os cortes foram analisados com um microscópio estereoscópico em 25X de aumento. As amostras foram fotografadas com uma câmera para determinar a presença de fissuras dentinárias. No grupo controle não foram detectadas microtrincas dentinárias; a diferença entre o grupo controle e os grupos experimentais foi estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ). Os sistemas ProTaper Next e TF Adaptive produziram significativamente menos fissuras do que os sistemas ProTaper Universal e Waveone na secção apical (3 mm) ( $p < 0,05$ ). Os autores concluíram que o ProTaper Universal, ProTaper Next, Waveone e TF Adaptive podem causar microtrincas dentinárias.

Busquim et al. (2015) avaliaram *ex vivo* o preparo de canais radiculares ovais longos utilizando um sistema reciprocante com lima única e um sistema rotatório com múltiplos instrumentos, através de micro-TC. Selecionaram 30 canais distais de molares inferiores e dividiram randomicamente em dois grupos de instrumentação ( $n=15$ ): Reciproc R 40 (40/.06) (VDW, Munich, Germany) ou Sistema BioRaCe BR 5 (40/.04) (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland). O NaOCl 2,5% foi utilizado como substância química auxiliar e a irrigação final com ácido etileno diamino tetraacético (EDTA) 17% por 5 minutos (min), complementada com água destilada. O CT foi 1 mm aquém do forame apical. Os dentes foram escaneados antes e após o preparo dos canais radiculares com um microtomógrafo SkyScan 1172 numa resolução de 11  $\mu\text{m}$ . Variações morfométricas foram medidas por aumento de volume e por área de superfícies do canal não instrumentadas em todo o canal, bem como em cada terço do canal radicular. Os dados foram comparados utilizando-se o teste Mann-Whitney. Os resultados demonstraram que o Sistema Reciproc deixou, significativamente, mais áreas intocadas ( $p < 0,001$ ) nos terços cervicais e médios (18,14% e 21,82%) quando comparado com o BioRaCe (8,14% e 11,35%). O sistema Reciproc teve o maior aumento no volume em todo o canal e no terço apical ( $p < 0,5$ ). Os autores puderam concluir que nenhuma das técnicas utilizadas foi capaz de preparar completamente toda a superfície dos canais radiculares ovais longos. O Sistema Reciproc removeu mais estrutura

dental. O Sistema BioRaCe deixou menos paredes de dentina intocadas no terço coronal dos canais, enquanto que o Reciproc deixou menos áreas intocadas no terço apical.

De-Deus et al., em 2015, objetivaram, com seu estudo, avaliar *ex vivo* a frequência de microfissuras dentinárias observadas após o preparo do canal radicular com os instrumentos do Sistema ProTaper Next (PTN) e TF Adaptive (TFA) através de micro-TC. Utilizaram 20 raízes mesiais moderadamente curvas de molares inferiores que apresentavam uma configuração de canal tipo II de Vertucci, aleatoriamente distribuídas em dois grupos experimentais (n=10), de acordo com o sistema utilizado para o preparo do canal radicular: Sistemas PTN ou TFA. A solução irrigadora utilizada foi o NaOCl 5,25% num volume de 40 mL para cada canal radicular preparado. As raízes foram microtomografadas antes e depois do preparo do canal radicular. Após, as imagens de corte transversal pré e pós-operatórias das raízes mesiais (n=25.820) foram pesquisadas para identificar a presença de defeitos dentinários. Microfissuras dentinárias foram observadas em 38,72% (n=5150) e 30,27% (n=3790) das imagens transversais dos grupos PTN e TFA, respectivamente. Todos os defeitos dentinários identificados nos exames pós-operatórios já estavam presentes nas imagens pré-operatórias correspondentes. Os autores concluíram que o preparo do canal radicular com PTN e sistemas TFA não induziu a formação de novas microfissuras dentinárias.

Jalali et al. (2015) compararam *ex vivo* a formação de fraturas dentinárias e linhas de fraturas na dentina durante o preparo dos canais radiculares com três sistemas endodônticos de Ni-Ti diferentes, o Sistema Reciproc (RCP), o ProTaper Universal (PTU) e o Mtwo. Cem pré-molares inferiores humanos com um único canal foram selecionados e tiveram as suas coroas removidas. Dividiram os dentes randomicamente em quatro grupos de 25 dentes cada (n=25). Nos grupos 1, 2 e 3 os dentes foram preparados utilizando Mtwo, PTU e RCP, respectivamente, enquanto no grupo 4 (grupo controle) as amostras não foram preparadas. A solução de NaOCl 2,5% num volume de 12 mL por canal radicular foi utilizada. Após o preparo, todos os espécimes foram seccionados perpendicularmente no longo eixo da raiz a 3, 5 e 9 mm do ápice. As secções foram observadas individualmente sob um estereomicroscópio com magnificação de 12 vezes. Os dados foram analisados utilizando-se o Teste do Qui-quadrado e o Teste Exato de Fischer com um nível de significância de 0,05. Não foram encontradas fraturas no grupo controle. Todos os sistemas utilizados causaram fraturas dentinárias. Os sistemas Mtwo e PTU causaram significativamente mais fraturas do que o RCP ( $p < 0,05$ ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre o grupo controle e o grupo RCP ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que todos os três sistemas causaram defeitos

dentinários. O Sistema Reciproc causou menos fraturas do que os Sistemas Mtwo e ProTaper Universal.

Marceliano-Alves et al., em 2015, avaliaram com micro-TC as mudanças geométricas em duas e em três dimensões, em várias secções, através da análise de parâmetros geométricos e da capacidade de manter o canal centralizado, utilizando diferentes Sistemas para o preparo *ex vivo*. Sessenta e quatro canais mesiais de molares inferiores foram separados por semelhanças nas dimensões morfológicas utilizando-se avaliação com micro-TC, distribuídos em quatro grupos experimentais (n=16), de acordo com a técnica de preparo do canal radicular: Sistema Reciproc R25 (25/.08), WaveOne Primary (25/.08), Twisted File (25/.08) e HyFlex CM (25/.08). O NaOCl 2,5% foi utilizado como substância química auxiliar e a irrigação final com EDTA 17% por 5 min, complementada com água destilada. O CT foi 1 mm aquém do forame apical. Muitas mudanças nos aspectos 2D (área, perímetro, forma, diminuição de área e diâmetro maior e menor do canal apical) e 3D [volume, área de superfície, índice de modelo de estrutura – (SMI)], parâmetros morfológicos, bem como transporte do canal, foram comparados com os valores antes do preparo dos canais. Os dados foram analisados estatisticamente com os testes de Kruskal-Wallis e ANOVA post hoc de Tukey com um nível de significância de 5%. Os preparos dos canais aumentaram significativamente todos os parâmetros testados nos grupos experimentais. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos a respeito das mudanças em volume, área de superfície, SMI, forma e diminuição de área após o preparo dos canais radiculares ( $p > 0,05$ ). No terço apical, o Grupo Reciproc teve grandes e significativas mudanças na área do canal, perímetro, diâmetro maior e menor quando comparado aos outros grupos ( $p < 0,05$ ). Já os Sistemas Twisted File e HyFlex CM foram associados com menos transporte do que os instrumentos reciprocantes, Reciproc e WaveOne ( $p < 0,05$ ). Os autores concluíram que os procedimentos de preparo levaram ao alargamento do espaço do canal radicular sem erros significativos de preparo. Mudanças nos parâmetros 3D não foram diferentes entre os grupos enquanto que no terço apical, o Reciproc foi associado com grandes e significativas mudanças em muitos parâmetros na análise 2D, quando comparado com os outros grupos. Os sistemas Twisted File e HyFlex CM foram capazes de manter a anatomia dos canais radiculares com menor transporte do canal radicular do que o Reciproc e WaveOne; entretanto, essas diferenças não tiveram relevância clínica.

Gergi, Osta e Naaman (2015) compararam *ex vivo* a frequência de microtrincas dentinárias após o preparo do canal radicular com dois sistemas reciprocantes (Reciproc e WaveOne) e um sistema que combina o movimento rotatório contínuo e reciprocante

denominado de Twisted Files Adaptive (TFA). Utilizaram 90 molares que foram divididos em três grupos, com 30 dentes em cada um. O preparo dos canais radiculares foi feito utilizando os Sistemas Reciproc R25, WaveOne Primary e TFA. A solução de NaOCl 5,25% foi utilizada como substância química auxiliar, 1 minuto de EDTA 15% foi aplicado e novamente NaOCl. Todas as raízes foram seccionadas horizontalmente a 15, 9 e 3 mm do ápice radicular. Os cortes foram analisados com um aumento de 25 vezes num microscópio para determinar a presença de fraturas. A ausência ou presença de fraturas foi registrada e os dados analisados com o Teste do Qui-quadrado ( $p < 0,05$ ). A instrumentação com os instrumentos Reciproc produziu significativamente mais fraturas completas do que os instrumentos WaveOne e TFA ( $p = 0,032$ ). O Sistema TFA produziu significativamente menos fraturas do que os Sistemas Reciproc e WaveOne em nível apical ( $p = 0,004$ ). Os autores puderam concluir que apesar das limitações do estudo o Sistema TFA causou menos fraturas do que os Sistemas que utilizaram o movimento recíprocante somente (Reciproc e WaveOne). Instrumentos recíprocantes produziram mais fraturas de dentina incompletas do que a sequência completa dos instrumentos TFA com movimento rotatório.

Kfir et al., em 2016, objetivaram determinar o potencial de causar microtrincas dentinárias na raiz de primeiros pré-molares de três diferentes sistemas de instrumentação mecanizada. Selecionaram 80 primeiros pré-molares extraídos com dois canais radiculares sem microtrincas visíveis externas. A instrumentação dos canais radiculares foi feita com o Sistema ProTaper, ou com o instrumento Primary da WaveOne, ou com um instrumento do Sistema Self Adjusting File (SAF). Um total de 12 mL de NaOCl 3% foi utilizado em cada canal como substância química auxiliar. Dentes com raízes intactas serviram como controle. As raízes foram cortadas em segmentos e examinadas com uma luz de pequeno diâmetro, intensa que foi aplicada diagonalmente à periferia do corte da raiz sob magnificação e 20 vezes. A presença de microtrincas e fraturas foi registrada. Os testes de Qui-quadrado e de Pearson foram utilizados para fazer a análise estatística com nível de significância de  $p < 0,05$ . As microtrincas estavam presentes em 30 e 20% das raízes tratadas com os Sistemas ProTaper e WaveOne, respectivamente, enquanto que não houve presença de microtrincas nas raízes tratadas com o Sistema SAF ( $p = 0,008$  e  $p = 0,035$ , respectivamente). Os dentes intactos tiveram a presença de fraturas em 5% das raízes. O exame com a luz de pequeno diâmetro e intensa revelou que as microtrincas poderiam não ter sido detectadas se um microscópio de luz comum tivesse sido utilizado. Os autores concluíram que a instrumentação mecanizada dos canais radiculares com os Sistemas ProTaper e WaveOne causou microtrincas na dentina radicular de primeiros pré-molares, enquanto que o uso do Sistema SAF não causou as

microtrincas. A relevância clínica dos instrumentos rotatórios e reciprocantes com grandes conicidades pode causar microtrincas na dentina radicular de primeiros pré-molares. Métodos menos agressivos poderiam ser considerados para realizar o preparo desses dentes.

Coelho et al. (2016) avaliaram *ex vivo* o desempenho dos instrumentos dos Sistema WaveOne, Easy ProDesign Logic e One Shape no preparo de canais radiculares ovais longos. Selecionaram 42 incisivos inferiores, distribuídos aleatoriamente em três grupos: Grupo I, WaveOne (WO) (# 25.08); Grupo II, Easy ProDesign Logic (EPL) (# 25.06) e Grupo III, One Shape (OS) (# 25.06). O NaOCl 2,5% foi utilizado como substância química auxiliar e a irrigação final com 6 mL de EDTA 17%. O CT foi 1 mm aquém do forame apical. Os dentes foram submetidos à micro-TC antes e após o preparo dos canais radiculares. Houve diferença estatisticamente significativa no volume total do canal radicular entre os sistemas WO e EPL ( $p < 0,05$ ). A média do percentual de área do canal instrumentado no terço médio foi de 76,9% no Grupo WO, 62,3% no Grupo EPL e 71,8% no Grupo OS ( $p > 0,05$ ). O sistema OS teve a correlação mais forte entre o aumento de volume e área instrumentada ( $R=0,63$ ). Os Sistemas WO, EPL e OS apresentaram tempos médios de preparo de 2,13 min, 0,54 min e 2,21 min ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Os autores concluíram que os três sistemas permitiram o preparo seguro de canais radiculares ovais longos. O sistema WO foi mais eficaz no aumento do volume de canal, mas não afetou as áreas instrumentadas. O sistema OS teve a correlação mais forte entre o aumento de volume e área instrumentada, enquanto o sistema EPL foi o mais rápido.

## 2.2 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS AUXILIARES

A substância química auxiliar ideal deve apresentar algumas propriedades, como ser solvente de matéria orgânica, possuir baixa toxicidade, baixa tensão superficial, promover lubrificação, ter substantividade, possuir ação antimicrobiana e remover a *smear layer* (Okino et al., 2004). Além disso, deve apresentar disponibilidade, baixo custo, facilidade na utilização, conveniência, durabilidade e ser fácil de armazenar (Weber et al., 2003).

Jeansonne e White (1994) compararam a eficácia antimicrobiana da CHX 2% e do NaOCl 5,25% como substâncias químicas auxiliares no tratamento endodôntico. Utilizaram dentes que tivessem algum tipo de patologia pulpar ou periapical, com canais únicos, recém-extraídos, abrangendo raízes distais de molares inferiores e raízes palatinas de molares superiores. Os dentes foram divididos em três grupos conforme a substância química auxiliar utilizada: Grupo I – CHX 2%; Grupo II – NaOCl 5,25%; e Grupo III – solução salina estéril.

Após o acesso e PBM dos dentes, as substâncias químicas foram agitadas no interior dos canais radiculares com uma peça de mão sônica. Amostras foram coletadas e cultivadas, registradas como negativas ou positivas. A primeira amostra, coletada a partir do tecido pulpar removido dos canais radiculares, foi denominada de cultura pré-irrigação. A segunda amostra, coletada a partir do conteúdo dos canais radiculares preparados e irrigados com 1 mL do agente escolhido entre cada instrumento e 3 mL ao final do PBM, foi denominada de cultura pós-irrigação. Após 24 horas, com o intuito de avaliar a substantividade de cada substância química auxiliar, uma nova amostra foi coletada, sendo denominada de cultura substantividade. A análise da variância utilizada para avaliar a atividade antimicrobiana de cada substância foi realizada através do teste Kruskal-Wallis. Os resultados revelaram redução significativa no número de culturas positivas pós-irrigante tanto nos dentes em que a CHX foi utilizada como nos dentes irrigados com o NaOCl quando comparados com o grupo da solução salina estéril. Na análise da substantividade, não houve diferença significativa entre os grupos I e II, porém essa diferença foi significativa entre esses grupos e o Grupo III. Os autores concluíram que a CHX 2% é um agente irrigante tão eficaz quanto o NaOCl 5,25%.

Leonardo et al. (1999) examinaram a eficácia antimicrobiana e o efeito residual (substantividade) da CHX 2% como irrigante endodôntico *in vivo*. Foram selecionados 22 canais radiculares de incisivos e molares, com necrose pulpar e lesões periapicais visíveis radiograficamente, de 12 pacientes com idades entre 14 e 47 anos, de ambos os sexos, sem tratamento antibiótico prévio. Após a prévia desinfecção do campo operatório, a primeira amostra microbiológica (S1) foi coletada dos canais radiculares através de pontas de papéis estéreis de diâmetro compatível com cada canal. Em seguida, essas pontas foram acondicionadas em tubos testes e enviadas para o processamento microbiológico. Após a coleta da S1, os canais foram preparados, sendo que a cada instrumento utilizado, os dentes foram irrigados com 1,8 mL de CHX 2%. Após a secagem dos canais, uma bolinha de algodão estéril foi colocada na entrada desses, os quais foram, então, vedados por 48 horas. Logo após esse período, removeu-se a vedação temporária e nova amostragem (S2) foi realizada, colocando-se uma ponta de papel estéril por 30 segundos dentro de cada canal radicular. Em seguida, essas pontas foram colocadas em placas Petri inoculadas com cepas padrão e mantidas em temperatura ambiente por duas horas. Após esse tempo, as placas foram incubadas a 37° C por 24 horas, quando a zona de inibição do crescimento microbiano foi registrada em milímetros. O controle foi realizado a partir de uma ponta de papel embebido em CHX 2%, na mesma placa. Os resultados revelam que a S1 (pré-instrumentação)

apresentou valores de 45,45% e 81,82% para *S. mutans* e anaeróbios, respectivamente. Já em 48 horas após a instrumentação, esses valores reduziram para 0% e 18,18%, para *S. mutans* e anaeróbios, respectivamente. Diante desses resultados, fica evidente que a CHX 2% pode ser utilizada como agente irrigante endodôntico, pois além de apresentar ampla atividade antimicrobiana, possui efeito antimicrobiano residual.

Ferraz et al. (2001) avaliaram *in vitro* as propriedades químicas e mecânicas do gel de CHX 2% como agente irrigante em endodontia. Foram utilizados 70 dentes recém-extraídos, com canal radicular único e ápice completamente formado. Após a instrumentação, todos os dentes foram submetidos a um banho de EDTA 17% ativado por ultrassom durante 10 min seguidos de irrigação com NaOCl 5,25%, com o intuito de eliminar a *smear layer* produzida durante o preparo. Antes do PBM, as amostras microbianas foram colhidas dos canais para confirmar a presença e a viabilidade do *E. faecalis*. Os dentes foram divididos em três grupos de 20 dentes cada e dois grupos controles com cinco dentes cada um de acordo com o tipo de irrigação usada: Grupo 1 – irrigação com gel de CHX 2%; grupo 2 – CHX líquida 2%; grupo 3 – NaOCl 5,25%; grupo controle negativo – água destilada; grupo controle positivo – gel de natrosol. Os canais radiculares foram irrigados com 3 mL da substância química auxiliar antes, entre e após cada instrumento. A presença de turbidez foi indicativa de bactérias remanescentes nos canais radiculares. A avaliação da limpeza dos canais foi realizada em 25 dentes recém-extraídos, de canal único, divididos em cinco grupos de cinco dentes cada. No grupo 1, foi utilizado o gel de CHX 2%; no grupo 2, com NaOCl 5,25% e no grupo 3, com CHX 2% líquida. O grupo controle negativo foi irrigado somente com água destilada enquanto que o controle positivo recebeu irrigação com NaOCl 5,25% ativado por ultrassom durante 5 min, seguido de EDTA 17% por 1 min. Todos os dentes receberam irrigação final com água destilada e foram examinados com microscopia eletrônica digital. Quanto à limpeza dos canais radiculares, os dentes do grupo 1 mostraram túbulos mais limpos e quase todos túbulos abertos. Nos espécimes do segundo grupo encontraram grossa camada de *smear layer* que cobria quase todas as aberturas dos túbulos dentinários, sendo que ocasionalmente foi localizado algum túbulo aparente. Os espécimes do grupo 3 mostraram fina camada de *smear layer* que cobria a superfície dos túbulos aparentes começando a ser indicada pelas fissuras. Os autores concluíram que o gel de CHX 2% pode compensar a incapacidade de dissolução tecidual da CHX pela sua ação mecânica. Também concluíram que a CHX pode ser indicada como irrigante endodôntico de escolha devido à sua baixa toxicidade e amplo espectro antimicrobiano.

Weber et al. (2003) avaliaram o efeito da ativação ultrassônica passiva (PUI) dos agentes irrigantes endodônticos, CHX 2% e NaOCl 5,25%, analisando a atividade antimicrobiana residual dessas substâncias nos canais radiculares. Oitenta e quatro dentes recém-extraídos, de canal único, foram divididos em cinco grupos. Cada grupo experimental foi constituído de 21 dentes para amostras, enquanto que o grupo controle negativo constituiu-se de 10 dentes. Os grupos ficaram divididos da seguinte maneira: GI – 1 mL de CHX 2%; GII – 1 mL de CHX 2% seguido de PUI final por 1 min; GIII – 1 mL de NaOCl 5,25%; GIV – 1 mL de NaOCl 5,25% seguido de PUI por 1 min; GV – controle negativo (irrigação com solução salina). Após a instrumentação do canal radicular e posterior irrigação, os dentes foram irrigados com 3 mL de solução salina tamponada estéril para remover os resíduos do agente irrigante original e secos com cones de papel absorvente. As bactérias (*Streptococcus sanguinis*, Gram+) foram cultivadas e inoculadas. Os procedimentos de amostragem para todos os grupos foram realizados em 6, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas. Após 24 horas, o diâmetro do halo de inibição ao redor de cada local foi medido. A análise de dados longitudinais por meio de equações de estimação generalizadas foi realizada para testar os efeitos de irrigante utilizado e PUI final. O teste t com Correção de Bonferroni foi utilizado para fazer comparações de pares de atividade antimicrobiana residual média entre os grupos. Os resultados indicaram que houve efeito antimicrobiano residual significativamente maior no Grupo II comparado ao Grupo IV em todos os tempos avaliados, bem como no Grupo I em relação ao Grupo III. Concluíram que a CHX possui atividade antibacteriana residual prolongada, enquanto o NaOCl mostrou pouco ou nenhuma atividade residual em curto espaço de tempo (48 horas). Essa característica apresentada pela CHX em associação com a PUI pode substituir a necessidade de medicação intracanal, possibilitando a redução do número de sessões para a conclusão do tratamento endodôntico.

Para se alcançar sucesso no tratamento endodôntico, é crucial a supressão do conteúdo bacteriano dos canais radiculares responsáveis pelas infecções endodônticas. O controle da infecção é realizado através de diferentes procedimentos no interior dos canais radiculares, sendo que o preparo químico-mecânico (PQM) exerce papel fundamental na desinfecção desses. Diante disso, os autores compararam a eficácia antibacteriana do NaOCl 2,5% e da CHX 0,12% como substância irrigadora dos canais radiculares associados com lesões periapicais. Trinta e quatro dentes unirradiculares, com necrose pulpar confirmada clínica e radiograficamente, em que os pacientes não haviam feito tratamento antibiótico prévio foram selecionados para o estudo. Os dentes foram previamente esterilizados, sendo que os procedimentos endodônticos foram realizados de forma asséptica. A primeira amostra (S1) foi

obtida através de três pontas de papel estéreis, introduzidas dentro do canal radicular por 1 min cada uma, a fim de absorver o fluido desse. Em seguida, essas pontas foram transferidas, de forma asséptica, para tubos contendo fluido de transporte adequado. O PQM foi, então, realizado no mesmo comprimento em que as pontas foram introduzidas. Os dentes foram divididos em dois grupos de 17 canais radiculares cada um, sendo que os dentes do Grupo I foram irrigados com NaOCl 2,5% e os dentes do Grupo II com CHX 0,12%. A cada instrumento utilizado os canais foram irrigados com 2 mL da solução avaliada. Após a secagem dos canais e a neutralização adequada de cada solução irrigadora, a amostra pós-irrigação (S2) foi coletada, como citado acima. As amostras do S1 dos grupos experimentais foram analisadas pelo teste Mann-Whitney, também utilizado para comparar as contagens bacterianas obtidas após instrumentação nos dois grupos experimentais. Para comparar o número de culturas negativas após a irrigação com NaOCl e CHX utilizaram o teste exato de Fisher. As amostras S2 revelaram uma redução significativa no percentual de bactérias quando comparadas com S1, em ambos os grupos experimentais. Esses resultados demonstraram que tanto o NaOCl quanto a CHX foram significativamente eficazes na redução de bactérias dentro dos canais radiculares. Baseados nesses resultados, os autores concluíram que a escolha entre o NaOCl e a CHX deve ser relacionada às outras propriedades dessas substâncias, tais como substantividade, dissolução tecidual e toxicidade, e, no consequente impacto delas no resultado do tratamento endodôntico a longo prazo, visto que em relação ao potencial antibacteriano elas se equiparam (Siqueira Júnior et al., 2007).

Arias-Moliz et al. (2009) avaliaram a erradicação do biofilme com a mínima concentração de NaOCl, CHX, do ácido cítrico e do ácido fosfórico utilizados no tratamento de canais radiculares em comparação com o *E. faecalis*. Os biofilmes de *E. Faecalis* foram cultivados no dispositivo biofilme Calgary. Analisaram a pureza por coloração de Gram e morfologia da colônia das culturas. O controle do crescimento do biofilme foi utilizado para avaliar o número inicial de bactérias formadas nesse em cada ensaio. As concentrações iniciais dos irrigantes testados foram NaOCl 0,1%, CHX 4%, EDTA 17%, ácido cítrico 25% e ácido fosfórico 5%. A viabilidade dos biofilmes foi determinada e a concentração de um irrigante foi considerada eficaz para erradicar os biofilmes quando produziu uma redução de cinco unidades. Observaram que a CHX erradica os microrganismos viáveis dos biofilmes em uma concentração de 2% em 5 min e 1% em 10 min. As três soluções irrigantes ácidas não foram capazes de erradicar biofilmes em qualquer diluição ou tempo testados. Todos os controles de esterilidade tinham contagens negativas. Concluíram que o NaOCl foi altamente eficaz na erradicação dos biofilmes de *E. faecalis* apenas após 1 min de exposição a uma

concentração de 0,00625%. No entanto, a solução CHX, em concentração mínima de 2%, exigiu um tempo de 5 min. Nenhum dos ácidos estudados mostrou-se eficaz contra o *E. faecalis* em qualquer tempo ou concentração avaliados.

O efeito bactericida de quatro diferentes substâncias (NaOCl 6%, Cloro e XTRA, CHX 2% e CHX-Plus) sobre o biofilme de um isolado clínico de *E. faecalis* foi avaliado em intervalos de 1, 3 e 5 min. O isolado de *E. faecalis* foi obtido a partir de um canal radicular previamente tratado endodonticamente que apresentava periodontite apical assintomática. O modelo de biofilme é composto com lâminas de vidros estéreis imersas em 30 mL de BHI em tubos de centrífuga estéreis, inoculados com suspensões padronizadas. Esses tubos foram incubados em 5% de CO<sub>2</sub> a 37° C durante 48 horas. Após esse período, as lâminas foram removidas dos tubos e lavadas delicadamente por repetidas imersões em água destilada estéril. Ao final dessa lavagem, as lâminas foram acondicionadas em tubos de centrífuga com 75 mL de cada substância de tratamento: GI – CHX 2%; GII – CHX-Plus 2%; GIII – NaOCl 6%, GIV – Cloro-XTRA; GV – água destilada estéril (controle). Os tempos de exposição foram de 1, 3 e 5 min. Os agentes antimicrobianos foram devidamente neutralizados e os biofilmes imersos em BHI em Placas Petry, para, então, serem raspados da superfície. Todos os grupos de tratamento demonstraram redução significativa das bactérias nos biofilmes em relação ao GV (controle). O GI e o GII mostraram diferenças significativas em relação ao GIII; contudo, quando comparados ao GIV houve diferença significativa nos intervalos de 1 e 3 min, mas não em 5 min. Os autores concluíram que o sistema de biofilmes de monoculturas de *E. faecalis* desenvolvido no estudo analisado foi eficaz em reproduzir bactérias nos slides, fortemente ligadas aos biofilmes sobre as superfícies das lâminas. Além disso, afirmaram que todas as substâncias testadas demonstraram atividade bactericida, porém o NaOCl a 6% e o Cloro-XTRA foram as substâncias que apresentaram maior poder bactericida em todos os intervalos avaliados (Williamson et al., 2009).

Rôças e Siqueira Júnior, em 2011, compararam a eficácia do NaOCl 2,5% e da CHX 0,12% como irrigantes endodônticos em dentes que possuíam lesões apicais. Foram selecionados 50 pacientes que apresentavam dentes unirradiculares, com necrose pulpar confirmada clínica e radiograficamente, bem como periodontite apical assintomática, sem terapia antibiótica prévia nos três meses antecedentes ao estudo, sem cárie extensa e/ou fratura coronária ou radicular. Os procedimentos de tratamento e amostragem foram realizados sob condições assépticas. As amostras controle foram obtidas a partir da superfície dos dentes através de ponta de papel estéril. A primeira amostra dos canais radiculares foi realizada com esses preenchidos por solução salina estéril, onde foram acondicionadas três

pontas de papel estéril no CT, as quais foram deixadas por 1 min. Essas pontas foram transferidas assepticamente para tubos de ensaio e congeladas a 20° C negativos. O PQM foi realizado em todos os canais, sendo que a patência apical foi confirmada a cada instrumento utilizado. Em 30 canais radiculares, a solução irrigadora utilizada foi NaOCl 2,5%; nos outros 20, a CHX 0,12% foi utilizada. A cada instrumento, foram utilizados 2 mL de cada solução testada. Após a secagem dos canais e neutralização das substâncias químicas, uma segunda amostragem foi realizada como descrito anteriormente. As amostras iniciais de todos os dentes apresentaram resultados positivos de reação de polimerase em cadeia (PCR) para bactérias. No grupo de NaOCl 2,5%, 40% das amostras pós-PQM foram negativas para a presença de bactérias. No grupo de CHX 0,12%, 47% dos casos apresentaram resultados negativos de PCR para bactérias nas amostras pós-PQM. Portanto, não houve diferença significativa entre os grupos experimentais. Os autores concluíram que não houve diferença na redução bacteriana entre as substâncias testadas.

Almeida et al., em 2013, avaliaram a influência da adição de cetramida e polipropilenoglicol ao NaOCl (Hypoclean) na capacidade de dissolução pulpar. Utilizaram fragmentos de tecido pulpar bovino, com peso e volume padronizados, imersos por períodos de 5, 15 e 30 min em 2 mL de NaOCl ou Hypoclean nas concentrações 5,25%, 2,5%, 1%, 0,5% e 0,25%. Após a imersão nas soluções testadas, os fragmentos foram novamente pesados. Como controle, foi utilizada água destilada. O percentual de perda tecidual foi considerado para análise estatística. Não houve dissolução tecidual no grupo controle. A solução de NaOCl combinada a surfactantes (Hypoclean) dissolveu um maior percentual de tecido pulpar ( $p < 0,05$ ) do que o NaOCl sem associações. A dissolução tecidual foi diretamente dependente da concentração das soluções ( $p < 0,05$ ), assim como do tempo de exposição às soluções ( $p < 0,05$ ). A adição dos surfactantes cetramida e polipropilenoglicol ao NaOCl em concentrações altas e baixas aumentou significativamente sua capacidade de dissolução do tecido pulpar.

De Deus et al. (2013) analisaram a dissolução tecidual após o PQM e irrigação em dentes com canais ovais vitais irrigados com soluções de NaOCl, com a mesma concentração, sendo uma solução convencional e outra com adição de agentes surfactantes para reduzir a tensão superficial. As soluções de NaOCl foram preparadas a partir da diluição de uma solução de NaOCl 10% com água ultrapura, produzindo uma solução de 5,25%, com pH 11. A tensão superficial foi avaliada em superfícies planas de teflon, sendo que o ângulo de contato de ambas as soluções foi medido através de um dispositivo goniômetro acoplado a uma câmera digital. A média dos ângulos de contato foi realizada através dos ângulos obtidos

à esquerda e à direita dessas superfícies. Cinquenta e quatro caninos inferiores vitais, unirradiculares, com doença periodontal avançada foram coletados. A partir desses dentes, 44 foram selecionados, formando 22 pares de dentes semelhantes, separados aleatoriamente em dois grupos testes (GI – Chlor-XTRA; GII – NaOCl 5,25% sem adição de agente surfactante). Dez dentes foram utilizados como grupo controle positivo (sem tratamento). Os dentes foram preparados e irrigados com 3 mL do irrigante entre cada instrumento utilizado no canal por 2 min. Ao final do PQM, os dentes foram irrigados com 12 mL da solução utilizada por 20 min. Uma irrigação final foi realizada com água destilada por 3 min, após a remoção da *smear layer* com EDTA 17% por 3 min. Posterior à desmineralização dos dentes, as amostras foram desidratadas e processadas para a realização da avaliação histológica através do exame histológico de rotina. O teste mostrou que a solução com Chlor-XTRA apresentou tensão superficial significativamente mais baixa do que a água ou o NaOCl convencional. Entre o grupo controle e o GII não houve diferença significativa. Diante da análise dos resultados do presente estudo, os autores concluíram que ao contrário do que se sabe, as soluções irrigadoras com a adição de redutores de tensão superficial não dissolvem tecido pulpar vital em canais ovais, nem são melhores do que a solução convencional de NaOCl. No ápice radicular, a dissolução de tecido pulpar é menos eficiente independentemente da solução (se com ou sem redutor de tensão superficial).

Gomes et al., em 2013, fizeram uma ampla revisão de literatura sobre o uso da clorexidina na medicina e na odontologia, estudando sobre a sua estrutura química, forma de apresentação e armazenamento, mecanismo de ação, atividade antimicrobiana, incluindo, substantividade, efeitos sobre biofilmes e endotoxinas, efeito sobre infiltração microbiana coronal e apical, capacidade de dissolução do tecido, interação com os irrigantes, efeitos sobre a união à dentina, metaloproteinases e fibrilas de colágeno, a sua utilização como medicamento intracanal e difusão nos túbulos dentinários, a sua utilização como agente desinfetante de cones de obturação, seus outros usos na terapia endodôntica, possíveis efeitos adversos, citotoxicidade e genotoxicidade. Assim, os autores afirmaram que as substâncias químicas auxiliares são essenciais para o processo de limpeza e desinfecção dos canais radiculares, sendo utilizadas durante a instrumentação dos canais radiculares e, se necessário, como medicamento intracanal. Diferentes substâncias químicas auxiliares têm sido propostas e utilizadas, entre elas: hipoclorito de sódio (NaOCl), clorexidina (CHX), EDTA 17%, ácido cítrico, MTAD e solução de ácido fosfórico a 37%. A CHX tem sido usada na endodontia como substância química auxiliar ou como medicação intracanal. A CHX possui uma ampla gama de atividade antimicrobiana; substantividade (atividade antimicrobiana residual); menor

citotoxicidade que NaOCl, demonstrando desempenho clínico eficiente; propriedades de lubrificação; ação reológica (presente na apresentação gel, mantendo os detritos em suspensão), inibe metaloproteinases; é quimicamente estável; não mancha tecidos, é inodora, solúvel em água, entre outras propriedades. Além disso, os autores afirmam que a CHX tem sido recomendada como uma alternativa ao NaOCl, especialmente em casos de ápice aberto, reabsorção radicular, perfuração radicular e durante a ampliação foraminal, devido à sua biocompatibilidade, ou em casos de alergia ao NaOCl.

Zaia et al. (2013) avaliaram o efeito de dissolução de tecido orgânico do NaOCl em diferentes concentrações sobre a porção apical da polpa da raiz mesial de molares inferiores humanos com istmos e o tempo de dissolução de tecido pulpar bovino em contato direto com diferentes concentrações e volumes de NaOCl. Os autores avaliaram histologicamente 30 raízes mesiais de molares inferiores humanos instrumentados utilizando o sistema Mtwo e irrigado com NaOCl 2,5% ou 5,25%. A solução salina foi utilizada como controle. Cada amostra foi submetida a processamento histológico e as imagens foram analisadas pelo software ImageJ. A porcentagem de área ocupada por tecido pulpar foi calculada dividindo a área de tecido orgânico encontrado pela área dos canais radiculares. Os dados foram avaliados pela análise de variância e Teste Tukey ( $p < 0,05$ ). O tempo de dissolução foi analisado após a imersão do tecido pulpar bovino em diferentes volumes da solução de NaOCl 2,5% e 5,25%. Não houve diferença significativa encontrada entre as concentrações NaOCl na investigação histológica. Nenhuma substância foi capaz de limpar completamente os istmos. Além disso, uma maior taxa de dissolução do tecido pulpar bovino foi encontrada quando utilizado o NaOCl numa concentração de 5,25% e, também, um menor tempo foi necessário para a dissolução do tecido utilizando volumes maiores de NaOCl. Os autores puderam concluir que o NaOCl é eficaz na dissolução do tecido pulpar quando em contato direto, no entanto, a solução de NaOCl, mesmo em altas concentrações, não foi efetiva na dissolução de restos de tecido pulpar em istmos durante o tratamento endodôntico.

Durante os procedimentos de PBM, as soluções irrigadoras devem ser mantidas preferencialmente no interior dos canais radiculares, devido ao seu alto poder tóxico e destrutivo dos tecidos intraorais, perirradiculares e osso esponjoso, que pode levar a respostas inflamatórias graves e degradação dos componentes orgânicos desses tecidos. Quando o NaOCl é utilizado como agente irrigante, é extremamente necessário impedir o extravasamento dessa solução para as regiões periapicais, seio maxilar ou espaços entre os tecidos. A maior prevalência de acidentes com NaOCl é em mulheres (diminuição da espessura e densidade óssea), dentes superiores e posteriores, devido à proximidade das raízes

para a superfície óssea vestibular. Os sinais e sintomas geralmente são resolvidos dentro de um mês. Os acidentes são relativamente raros e podem ocorrer devido a fatores anatômicos, como variações anatômicas e/ou comunicação com espaços fasciais, além dos fatores iatrogênicos. Existem três tipos de acidentes com NaOCl: injeção iatrogênica descuidada, quando o NaOCl é injetado em espaços pterigomandibular, faríngeas ósseas ou na mucosa do palato, podendo resultar em edema da região até ulceração e necrose da mucosa; extrusão de NaOCl no seio maxilar: geralmente os sintomas apresentam-se como sensação de queimação, sangramento nasal e grave dor facial, requerendo hospitalização e, em alguns casos, até intervenção cirúrgica; infusão de NaOCl além do ápice da raiz nas regiões periapicais que provoca dor imediata, com sensação de queimação, inchaço, edema. Hematomas e equimoses na pele podem ocorrer, por vezes, acompanhados de necrose tecidual e parestesia. Essa ocorrência pode ser classificada em três categorias: a) queimaduras químicas e necrose dos tecidos, podendo estender-se além da região provocando infecção e dor aguda; b) complicações neurológicas, as quais podem incluir parestesia que podem ser tanto temporárias quanto permanentes; c) a obstrução das vias aéreas superiores, quando, por exemplo, o NaOCl extravasa para as regiões submandibular e/ou submentoniana, causando extenso inchaço desses espaços com elevação acentuada da língua, que culmina na obstrução da via aérea superior. Nesse último caso, opta-se pela internação em terapia intensiva, e descompressão cirúrgica de urgência dos espaços teciduais com colocação cirúrgica de bilateral através de drenos e extração do dente envolvido. Para que os acidentes aconteçam, várias situações podem ocorrer simultaneamente: patência apical do forame do dente envolvido; técnica de instrumentação em que há a liberação da porção apical, que fica livre de debris; existência de uma variação anatômica para a drenagem do NaOCl diretamente na veia facial anterior ao resultar em hemorragia facial subcutânea. Pode ocorrer ainda a infusão intravenosa de NaOCl que resulta em grave hemólise, lesão renal aguda, trombose venosa ou parada cardíaca. Ocorrem através da injeção de NaOCl diretamente numa veia superficial com o uso de uma agulha ou através de um cateter. Portanto, a prevenção de acidente de NaOCl é o melhor tratamento. Existem diversas medidas preventivas, como por exemplo: substituição do NaOCl por outro irrigante; uso de uma menor concentração de NaOCl; colocação da agulha de forma passiva e evitando cunha da agulha no canal radicular; introdução da agulha de irrigação 1-3 mm aquém do CT; uso de uma agulha com ventilação lateral para a irrigação do canal radicular; evitar a utilização de uma pressão excessiva durante a irrigação. Os acidentes com NaOCl são relativamente raros e raramente são fatais, porém criam substancial morbidade quando ocorrem. Deve-se, portanto, entender os mecanismos envolvidos na

ocorrência dos acidentes para que o profissional esteja apto a decidir qual a melhor técnica de irrigação endodôntica utilizar (Zhu et al, 2013).

Bourreau et al. (2015) realizaram um estudo clínico prospectivo randomizado em que analisaram a influência de duas substâncias químicas auxiliares, com diferentes potenciais de toxicidade, na dor pós-operatória observada em 301 tratamentos endodônticos concluídos em uma única sessão, com ampliação do forame apical e sobre-extensão de cimento para o periápice. Utilizaram o gel de CHX 2% (n=145) e NaOCl 5,25% (n=156). A incidência de dor pós-operatória e desconforto foi avaliada em 24 horas e foi expressa em porcentagem. O teste exato de Fischer e o teste de Qui Quadrado foram utilizados para comparar a variação da dor pós-operatória. Os fatores analisados foram dor prévia, estado pulpar, idade e número de canais radiculares. Nos dentes com dor prévia e instrumentados com CHX 2% gel, a incidência de dor pós-operatória foi 22,22% (6/27), contra 11,11% (3/22) nos dentes instrumentados com NaOCl 5,25%. Nos dentes sem dor prévia e instrumentados com CHX 2% gel, a incidência de dor pós-operatória foi 5,08% (6/118), contra 2,33% (3/129) nos dentes instrumentados com NaOCl 5,25%, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos. Os resultados mostraram que a dor prévia exerceu uma influência significativa no estado pós-operatório ( $p < 0,001$ ). Após 24 horas, 93,7% (282/301) dos dentes não apresentaram dor, ao passo que 6,3% (19/301) tiveram algum nível de dor pós-operatória e fizeram uso de uma ou duas doses da medicação. Os autores puderam concluir que a substância química auxiliar não está associada à dor pós-operatória.

Silva et al. (2015) avaliaram e compararam a dor pós-operatória posterior à instrumentação foraminal utilizando o NaOCl 5,25% ou o protocolo de irrigação com CHX gel 2% em dentes unirradiculares não vitais após instrumentação recíprocante. Sessenta e dois voluntários que apresentaram dentes com um único canal radicular e diagnóstico de necrose pulpar e periodontite apical assintomática foram randomicamente distribuídos em dois grupos experimentais sobre o protocolo de irrigação – no Grupo 1, foi utilizado o NaOCl 5,25% e no Grupo 2, o gel de CHX 2%. O tratamento endodôntico foi realizado em uma única sessão utilizando o sistema recíprocante e instrumentação foraminal. Os voluntários foram instruídos a registrar a intensidade da dor. Pontuações de 1 a 4 foram atribuídas a cada tipo de dor após 24, 48 e 72 horas. Os Testes de Kolmogorov-Smirnov e t de Student foram utilizados para determinar diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Em média, a porcentagem de pacientes que não tinham dor ou tiveram dor leve após 24, 48 ou 72 horas foi de 77,4%, 88,7% e 95,1%, respectivamente. Nenhuma diferença significativa de idade foi encontrada entre os grupos ( $p > 0,05$ , Student teste t). Quanto à dor pós-operatória, não houve diferença em qualquer

período de observação ao utilizar NaOCl 5,25% ou gel de CHX 2% ( $p > 0,05$ ). Além disso, não observaram qualquer diferença significativa no número médio de comprimidos analgésicos utilizados entre os grupos ( $p > 0,05$ ). Em conclusão, a utilização de NaOCl 5,25% ou gel de CHX 2% culminou no mesmo resultado para dor pós-operatória. Portanto, puderam inferir que a escolha do irrigante não tem nenhuma relação a curto prazo de acompanhamento com a dor pós-operatória.

Uzunoglu et al., em 2016, compararam o efeito de diferentes soluções irrigadoras nos valores de resistência à fratura (VRF) de dentes tratados endodonticamente. Para isso utilizaram 80 dentes humanos extraídos, incisivos que tiveram as suas coroas removidas. Desses, 10 raízes foram selecionadas aleatoriamente e utilizadas como grupo controle negativo. O restante das raízes foram preparadas pelo sistema ProTaper até F2. Dez raízes foram preparadas e selecionadas como controle positivo. As outras raízes preparadas foram divididas em seis grupos ( $n=10$ ) de acordo com a solução irrigadora final utilizada: GI – 5 ml de solução salina; GII – EDTA 17%; GIII – EDTA com um tensoativo (REDTA); GIV – CHX; GV – Qmix; e GVI – Biopure MTAD. Em todos os grupos, a irrigação final foi realizada durante 1 min, exceto para o grupo Biopure MTAD – nesse grupo, a solução irrigadora foi aplicada por 5 min de acordo com as instruções do fabricante. Os espécimes foram preenchidos com um único cone de guta percha e cimento AH 26. Depois foram armazenados por uma semana, à temperatura de 37° C e 100% de umidade. Os espécimes foram expostos a uma carga na direção vertical a uma velocidade de 1 mm/min, até serem verticalmente fraturados. Os resultados foram analisados pelo teste de Kruskal-Wallis e Siegel Castellan. Os dentes do grupo controle negativo apresentaram os maiores VRF. Não foram estatisticamente significativas as diferenças entre os dentes do grupo controle negativo e positivo ( $p < 0,05$ ). As amostras em que a irrigação final foi executada com REDTA e QMix mostraram uma resistência à fratura mais elevada em comparação com o grupo controle positivo ( $p < 0,05$ ). As amostras em que a irrigação final foi feita com CHX e com o Biopure MTAD mostrou VRF inferior em comparação com o grupo controle negativo ( $p < 0,05$ ). Com isso, os autores puderam concluir que o preparo do canal radicular enfraquece o dente. O regime final de irrigação tem um impacto nos valores de resistência à fratura e que um tempo de exposição menor para soluções irrigadoras as quais incluem surfactantes (REDTA e QMix) provavelmente contribuíram para o VRF mais elevado, ao invés de um longo período de tempo de exposição como foi feito com o Biopure MTAD.

Gonçalves et al. (2016), em uma revisão sistemática, objetivaram comparar a eficácia de NaOCl e da CHX na desinfecção do canal radicular durante o tratamento endodôntico.

Assim, fizeram uma busca na literatura para ensaios clínicos no PubMed (Medline), Web of Knowledge, SCOPUS, e Science Direct até janeiro de 2015. A avaliação da qualidade dos estudos selecionados foi realizada de acordo com a Declaração das Normas Consolidadas de Relatos de Casos Clínicos. Obtiveram, após essa análise, um ensaio clínico e quatro ensaios clínicos randomizados, os quais foram selecionados a partir de 172 artigos inicialmente identificados. Houve heterogeneidade nos métodos utilizados para avaliar a desinfecção do canal radicular, bem como nas concentrações das soluções irrigantes utilizadas. Portanto, não foi possível realizar uma meta-análise. Dois estudos mostraram que ambos os irrigantes foram eficazes e semelhantes na redução dos níveis de bactérias. O NaOCl foi mais eficaz do que a solução de CHX na redução dos microrganismos em um estudo, e outro relatou resultados opostos. Ambos os irrigantes radiculares foram ineficazes na eliminação de endotoxinas da polpa necrótica de canais radiculares em um estudo. O desenho do estudo e informações sobre os procedimentos de randomização não foram claramente descritos nos ensaios clínicos. Nenhum estudo comparou os resultados laboratoriais com os resultados clínicos. Os autores concluíram que as evidências disponíveis sobre esse tema são escassas, e os resultados dos estudos não foram consistentes. Ensaios clínicos randomizados adicionais que utilizam os resultados clínicos para comparar a utilização de NaOCl e CHX durante o tratamento de canal são necessários.

Roças et al. (2016) executaram um estudo clínico randomizado e compararam o efeito antibacteriano com NaOCl 2,5% e com CHX 2% durante o preparo de canais radiculares infectados utilizando instrumentos rotatórios de Ni-Ti. Cinquenta canais radiculares de dentes uniradiculares e com periodontite apical foram preparados com os instrumentos rotatórios BioRace e irrigação com NaOCl 2,5% (n=25) ou CHX 2% (n=25). As amostras foram coletadas do interior dos canais radiculares antes (S1) e após (S2) o preparo químico-mecânico. O ácido desoxirribonucleico (DNA) foi extraído das amostras clínicas e a redução dos níveis de bactérias totais e de *Estreptococos* foi avaliada através de um teste PCR, baseado no gene 16S do RNA ribossomal. Como resultados, todas as amostras S1 foram positivas para a presença de bactérias. Após o preparo químico-mecânico utilizando o NaOCl 2,5% ou a CHX 2%, 44% e 40% dos canais radiculares ainda tinham bactérias detectáveis, respectivamente. Para uma contagem total de bactérias, um número médio de  $3,7 \times 10^5$  de células bacterianas estava presente nas amostras S1 do Grupo do NaOCl, com uma substancial redução em S2 com uma média de  $5,49 \times 10^2$  de células equivalentes ( $p < 0,001$ ). No Grupo da CHX, uma carga bacteriana média de  $8,77 \times 10^4$  de células equivalentes ocorreu em S1, com uma redução significativa em S2, com uma média de  $2,81 \times 10^3$  células ( $p < 0,001$ ). As

diferenças em ambos (presença/ausência) e dados quantitativos não foram estatisticamente significantes ( $p > 0,05$ ). Ambos os protocolos de irrigação foram altamente efetivos na redução dos níveis de espécies de *Estreptococos* ( $p < 0,001$ ). Os autores puderam concluir que não foram observadas diferenças significantes na efetividade antibacteriana clínica dos canais radiculares preparados com instrumentos rotatórios utilizando NaOCl ou CHX como solução irrigadora auxiliar.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Este estudo teve como propósito verificar se ocorre a formação das microtrincas dentinárias quando os dentes são preparados na cavidade oral, *in vivo*, protegidos pelo periodonto e com polpa vital, após instrumentação endodôntica utilizando instrumentos de uso único, Reciproc R40 (40/.06), com movimento recíprocante, utilizando duas diferentes substâncias químicas auxiliares, a clorexidina gel 2% e o hipoclorito de sódio 5,25%.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 LOCAL DA PESQUISA

Esta pesquisa foi dividida em duas etapas, sendo uma clínica, realizada na Clínica de Atendimento Odontológico dos cursos de Especialização em Endodontia do Centro de Estudos Odontológicos Meridional, da Faculdade Meridional (CEOM/IMED-Passo Fundo/RS) e uma etapa laboratorial, realizada no Laboratório de Análise de Minerais e Rochas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná (LAMIR-UFPR).

### 4.2 ASPECTOS ÉTICOS

A pesquisa teve o seu início somente após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade Meridional (CEP-IMED), Passo Fundo-RS, com parecer número 1.309.121 (ANEXO 1).

### 4.3 SELEÇÃO DOS PACIENTES

A pesquisa foi desenvolvida *in vivo* e os pacientes foram selecionados após procurarem os serviços de atendimento para tratamento odontológico do CEOM/IMED, independente de gênero, cor, classe ou grupos sociais. Esses pacientes tinham os seus dentes incisivos inferiores indicados para extração por motivos protéticos, excluindo crianças e adolescentes da pesquisa. Na ficha de atendimento constaram informações sobre o nome, idade, gênero, telefone, data do atendimento e nome do responsável pelo atendimento.

Após anamnese criteriosa, todos os dados referentes à história médica e dental foram anotados, bem como a queixa principal do paciente, averiguando as suas necessidades. Aqueles pacientes que se enquadraram nessas condições, os quais já tinham plano de tratamento com indicação de colocação de implantes dentários nessa região e que concordaram em participar da pesquisa, foram incluídos no estudo. Os pacientes não podiam ter doenças sistêmicas e deveriam estar com bom estado de saúde geral. Além disso, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1).

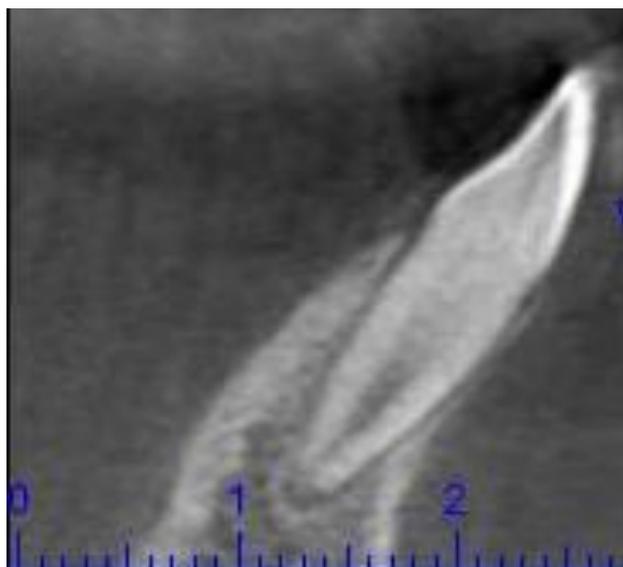
Na análise periodontal os dentes deveriam estar com profundidade de sondagem de no máximo 4 mm (Figura 1), segundo os padrões definidos pela Associação Acadêmica de Periodontia – American Academy of Periodontology (2000). Os dentes foram radiografados e

todos os pacientes já tinham realizado previamente tomografias computadorizadas para o planejamento e execução dos implantes dentários, o que permitiu a análise acurada dos critérios de inclusão de cada elemento dental (Figura 2), que deveria ter canal radicular único, Tipo I segundo classificação de Vertucci (1984), sem tratamento endodôntico prévio ou patologias como reabsorções internas ou externas.

Figura 1 – Imagem da sondagem periodontal do dente 32 de um dos pacientes selecionados. Note que a profundidade de sondagem não excede os 4 mm.



Figura 2 – Imagem de uma tomografia computadorizada (corte coronal) do dente 32 apresentando um canal radicular.



#### 4.4 PREPARO DOS DENTES *IN VIVO*

Após a assinatura do TCLE, os pacientes foram encaminhados à Clínica, e como procedimentos prévios fizeram bochecho com gluconato de clorexidina 0,12% para antissepsia bucal.

Em seguida, foi feito o teste de vitalidade pulpar com o gás refrigerante Endo Frost (Coltene/Wilcos, Petrópolis, RJ) para avaliar a vitalidade pulpar. Posteriormente os pacientes foram anestesiados com técnica anestésica apropriada, em quantidade necessária e suficiente, conforme os dentes a serem preparados e extraídos, com o anestésico Articaina 4% 1:100.000 (DFL Indústria e Comércio S.A., Rio de Janeiro, Brasil).

A abertura coronária foi realizada com broca esférica de alta rotação 1012 (KG Sorensen, Cotia, SP, Brasil), com turbina de alta rotação 605 (Kavo do Brasil, Joinville, SC, Brasil) até que se atingisse a câmara pulpar. Isolamento absoluto do campo operatório foi executado à distância, sem o uso de grampo nos dentes a serem extraídos. Esse cuidado foi tomado, a fim de evitar aplicação de força na região cervical dos dentes. O canal radicular deveria apresentar sangramento para comprovar o diagnóstico de vitalidade pulpar.

A localização do canal radicular deu-se com a introdução de uma sonda reta EXDG 16 (Hu-Friedy, Chicago, EUA) no interior desse. A forma de contorno foi confeccionada com broca Endo Z (Dentsply Maillefer, Catanduva, SP, Brasil) em alta rotação.

Uma lima #10 K-file (Dentsply Maillefer) foi inserida no interior do canal radicular com o objetivo de se obter a patência do canal radicular, confirmada com um localizador eletrônico foraminal (Novapex, Forum Technologies, Israel). A medida obtida denominou-se de comprimento provisório de trabalho e foi registrada.

O preparo dos terços cervical e médio dos dentes foi executado inserindo-se o instrumento Reciproc R40 (VDW, Munique, Alemanha) até se alcançar um comprimento 5 mm menor do que o obtido anteriormente e com a utilização concomitante de substância química auxiliar. Para isso, o motor utilizado foi o VDW Silver Reciproc (VDW, Munique, Alemanha) no modo “All Reciproc”. De acordo com as instruções do fabricante, os instrumentos foram ativados e gradualmente introduzidos no canal radicular utilizando movimentos de “bicada” com aproximadamente 3 mm de amplitude em direção apical e lateralmente direcionando-o contra as paredes na retirada do mesmo.

Logo após, houve a confirmação do comprimento do dente, realizada com localizador eletrônico foraminal e ratificada com radiografia digital periapical, executada com o Sensor Suarez (Suarez, SP, Brasil). O comprimento de instrumentação foi definido 1 mm além do

forame apical. Todos os dentes tiveram uma lima #20 K-file inserida passivamente no CT (Dentsply Maillefer) (SHEMESH et al., 2009; HIN et al., 2013; Busquim et al., 2015), sendo essa lima compatível com o diâmetro anatômico dos canais radiculares (Vanni et al., 2005).

Os preparos dos canais radiculares dos dentes foram executados por um único operador especialista em endodontia e com experiência (MH) (Liu et al., 2013b; Busquim et al., 2015).

Um total de 20 dentes foram preparados com os instrumentos Reciproc R40 (40/.06), utilizados com movimentos recíprocos, com velocidade de 10 ciclos/segundo equivalendo a 300 rpm, realizando-se três movimentos em direção apical, remoção do instrumento, passagem de uma lima #20, e nova inserção do instrumento, movimento que foi repetido até que se alcançasse o CT com o instrumento Reciproc R40 (Topçuoğlu et al., 2016).

De cada um dos cinco pacientes incluídos no estudo foram utilizados os quatro incisivos inferiores (n=20), sendo que dois dentes de cada paciente foram alocados aleatoriamente no Grupo 1 (n=10) e os outros dois dentes de cada paciente no Grupo 2 (n=10), número de amostras por grupo utilizado em outros estudos (De-Deus et al., 2014; De-Deus et al., 2015).

No Grupo 1, a substância química auxiliar/solução irrigadora utilizada foi o NaOCl a 5,25% no volume total de 40 mL por canal radicular, utilizando-se seringa descartável de 5 mL (Descarpack Descartáveis do Brasil LTDA, São Paulo, Brasil) e agulhas descartáveis estéreis 24 Gauge  $\frac{3}{4}$  20/0,55 mm (Jiangxi Sanxin Devices Group LTDA, Jiangxi, China) colocadas em profundidade no máximo 2 mm do comprimento real do dente.

Nos dentes do Grupo 2 (n=10), a solução irrigadora foi o soro fisiológico (Eurofarma Laboratórios LTDA, São Paulo, SP, Brasil) num volume total de 40 mL e como substância química auxiliar o gel de CHX 2% (Natupharma, Passo Fundo, RS, Brasil) na quantidade de 2 mL por canal radicular, em seringas descartáveis de 5 mL e 3 mL, respectivamente, e agulha descartável estéril 24 Gauge  $\frac{3}{4}$  20x0,55 mm (Gomes et al., 2013) colocada em profundidade no máximo 2 mm do comprimento real do dente.

Cada instrumento foi utilizado em um canal radicular (Bürklein et al., 2013). As câmaras pulparem foram fechadas com um obturador provisório (Coltosol, Vigodent, Rio de Janeiro, Brazil) (Busquim et al., 2015).

#### 4.5 EXTRAÇÃO DOS DENTES

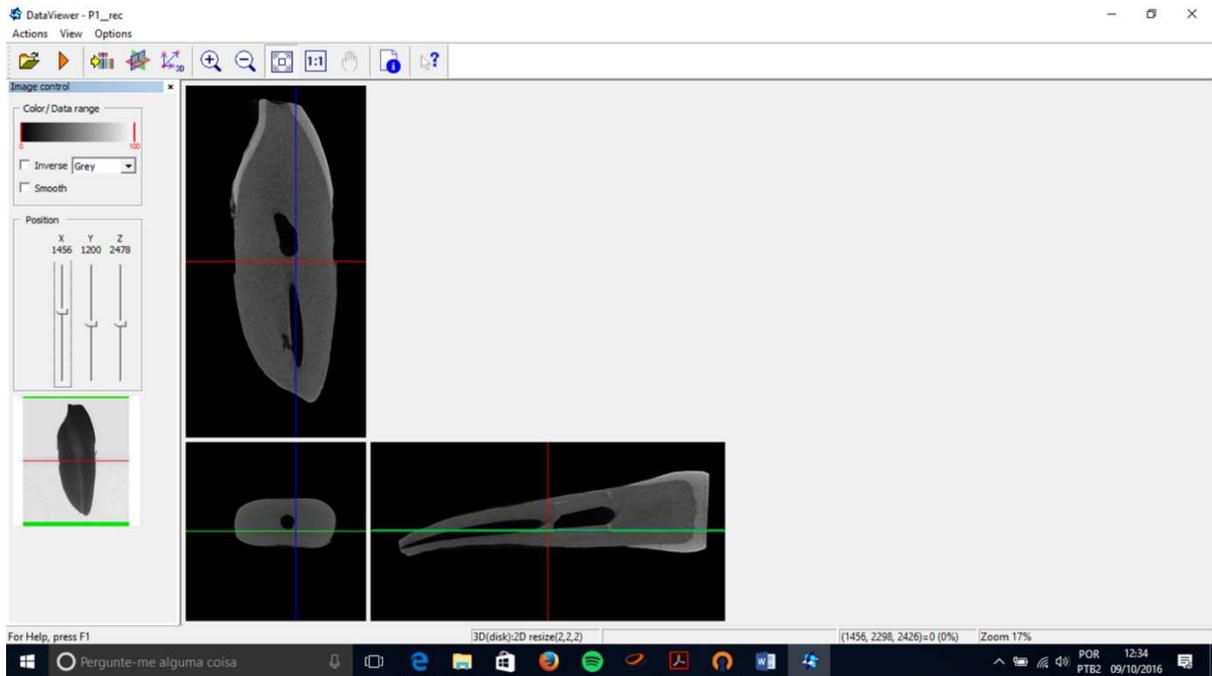
Após o preparo dos canais radiculares, os dentes foram extraídos por um único profissional com uma técnica, a qual utiliza um periótomo para minimizar as tensões dentinárias causadas por técnicas de extração que utilizem alavancas ou fórceps (Shemesh et al., 2009).

Os alvéolos foram irrigados com soro fisiológico. Em seguida, e imediatamente após as extrações dos dentes, o paciente foi submetido à colocação dos implantes dentários conforme previamente aprovado no seu plano de tratamento, sob responsabilidade do Implantodontista e com acompanhamento posterior pelo responsável pela cirurgia, inclusive a respeito dos cuidados pós-operatórios. Os dentes após a extração foram numerados e armazenados em água destilada até o momento do escaneamento (Souza Bier et al., 2009; Shemesh et al., 2009; Bürklein et al., 2013).

#### 4.6 PREPARO DAS AMOSTRAS PARA ANÁLISE

Os dentes, após as extrações, foram submetidos ao escaneamento utilizando o microtomógrafo modelo SkyScan 1172 (Bruker, Kontich, Bélgica) (De-Deus et al., 2014), com os seguintes parâmetros para aquisição das imagens: sem filtro de alumínio, tamanho da matriz *small pixel size*, tamanho do *voxel* de 5 micrômetros, 2 *frames* e *rotation step* de 0,25 com um escaneamento de giro total de 180°. O tempo aproximado de aquisição de cada dente foi de 90 min. Foram geradas entre 700 e 1100 imagens de cortes transversais por dente. Após a aquisição, as imagens bases foram reconstruídas no programa NRecon (Bruker, Kontich, Bélgica) e, posteriormente à reconstrução, todas as imagens foram inicialmente alinhadas quanto ao longo eixo dos dentes e avaliadas utilizando o programa DataViewer (Bruker, Kontich, Bélgica). O plano de visualização considerado para avaliação foi o axial. Porém, no caso de alguma dúvida o examinador poderia considerar os outros dois planos (coronal e sagital) para a avaliação da presença ou ausência de microtrincas na dentina radicular do interior do canal radicular para o exterior (Figura 3).

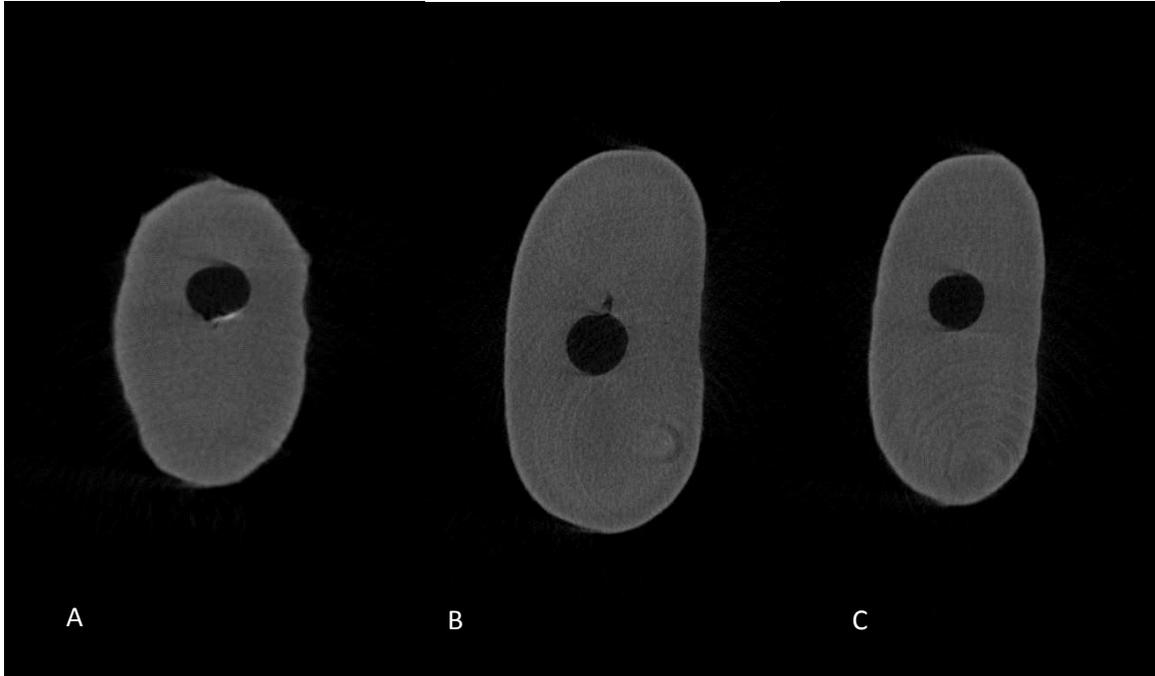
Figura 3 – Imagem da tela do Programa DataViewer ressaltando os três planos de observação – sagital, coronal e axial das microtomografias



#### 4.7 ANÁLISE DAS AMOSTRAS

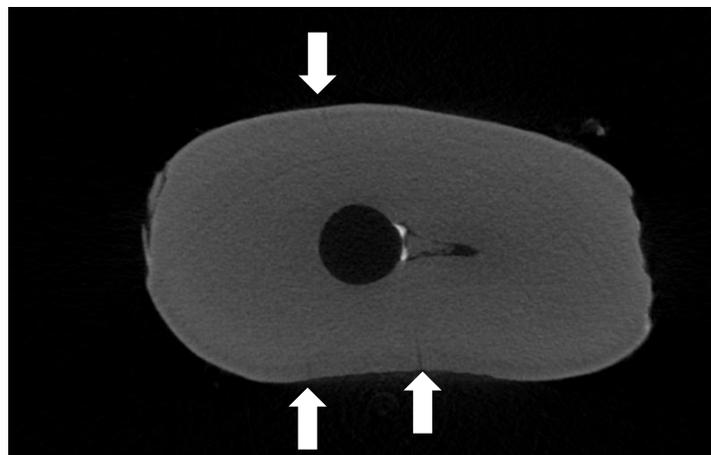
As 20 amostras foram observadas em toda a extensão dos seus canais radiculares, segundo De-Deus et al. (2015), em uma avaliação dinâmica e também nos seus terços. Dessa forma, definiu-se que os dentes seriam observados do ápice até o início da junção amelo-dentinária (Busquim et al., 2015). Uma sessão de treinamento foi feita entre os examinadores. Os dentes foram observados no programa com um aumento padronizado de 100% e sem aplicação de qualquer filtro. A análise foi realizada por três examinadores, dois radiologistas e um endodontista com experiência na avaliação de imagens tridimensionais (Figura 4). Os avaliadores não sabiam a que grupo os dentes pertenciam. A reavaliação de toda a amostra foi feita pelos mesmos avaliadores com um intervalo de duas semanas. A observação das imagens foi executada individualmente pelos examinadores.

Figura 4 – Imagens de micro-TC representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) de um dos cortes para análise da presença de microtrincas dentinárias.



Os parâmetros avaliados foram a presença ou ausência de microtrincas dentinárias, sendo que as microtrincas deveriam ter o seu início na luz do canal radicular (Shemesh et al., 2009) (Figura 5).

Figura 5 – Imagem de micro-TC da região cervical de um dente demonstrando microtrinca dentinária incompleta, com origem externa ao canal radicular (vide setas).



#### 4.8 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os dados coletados foram anotados em uma planilha eletrônica Excel (Microsoft, Seattle, EUA) e logo após feita a análise dos resultados, expressos em número e percentagem (Tabela 1).

## 5 RESULTADOS

Para estimar o número amostral (teste Qui-quadrado) foram utilizados dados previamente publicados (Reciproc e NaOCl) segundo estudo de Burklein et al. (2013) e foi estipulado que o percentual de microtrincas com clorexidina seria de 5%. Como resultado, um número amostral de 10 espécimes por grupo foi encontrado, fixando o poder do teste em 80% e  $\alpha$  em 5%. O programa utilizado foi Power and Sample Size Calculations, Version 3.0, January 2009 (William D. Dupont and Walton D. Plummer).

Na análise das imagens de micro-TC obtidas, avaliando-se do ápice radicular até a junção amelo-cementária não foram observadas microtrincas dentinárias, após o preparo dos dentes executado *in vivo*, com a proteção do periodonto e em dentes com polpa vital. Os instrumentos reciprocantes Reciproc R40 (40/06) não causaram microtrincas na dentina dos incisivos inferiores utilizados neste experimento (Tabela 1) e a substância química auxiliar não interferiu na ocorrência das microtrincas dentinárias (Figuras 6 e 7).

Tabela 1 – Distribuição dos resultados segundo Grupo, número de dentes e avaliação da presença ou ausência de microtrincas.

	SUBSTÂNCIA QUÍMICA AUXILIAR/ SOLUÇÃO IRRIGADORA	PRESENÇA DE MICROTRINCAS	
		SIM (n)	NÃO (n)
GRUPO 1 (n=10)	NaOCl 5,25%	0	10
GRUPO 2 (n=10)	CHX gel 2%	0	10
<b>TOTAL (n=20)</b>		<b>0</b>	<b>20</b>

Figura 6 – Imagens de micro-TC representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) com 100% de aumento, de dentes do Grupo 1 (NaOCl 5,25%). Não há presença de microtrincas dentinárias.

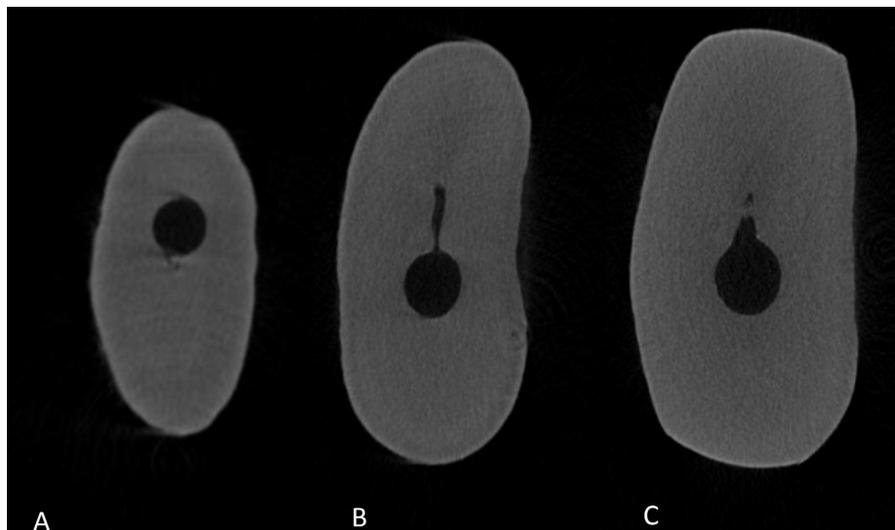
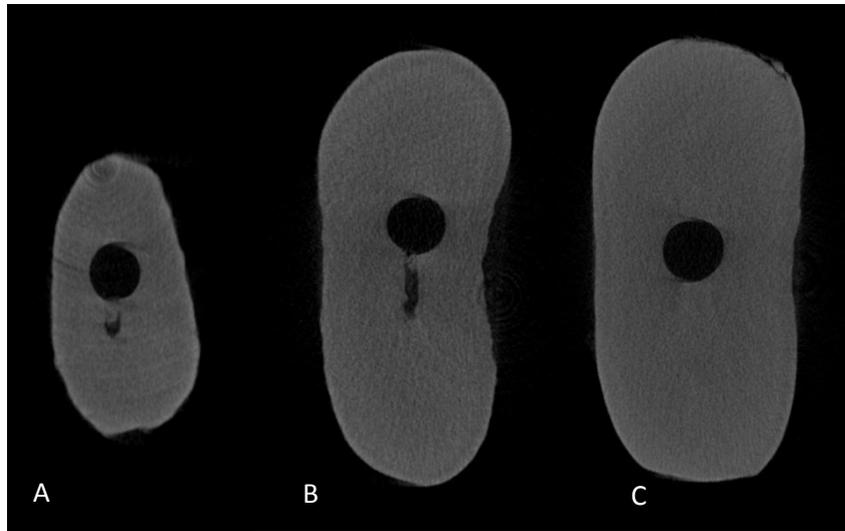


Figura 7 – Imagens de micro-TC representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) com 100% de aumento, de dentes do Grupo 2 (gel CHX 2% e soro fisiológico). Não há presença de microtrincas dentinárias.



## 6 DISCUSSÃO

O preparo de canais radiculares é uma fase importante na terapia endodôntica e por isso esse tema é muito estudado na Endodontia. Vários aspectos são levados em consideração nos estudos publicados, como a limpeza, a forma, a desinfecção, o transporte do canal radicular, os instrumentos e seus movimentos, as substâncias químicas auxiliares utilizadas e, mais recentemente, muitos trabalhos foram publicados com a intenção de verificar se tais preparos causam microtrincas nas paredes dentinárias dos canais radiculares (Shemesh et al., 2009; Yoldas et al., 2012; Bürklein et al., 2013; Hin et al., 2013; Marceliano-Alves et al., 2015; Gergi et al., 2015; Kfir et al., 2016).

No intuito de facilitar e acelerar a instrumentação endodôntica, foram lançados no mercado, em 2011, dois sistemas que empregavam lima única e movimento recíprocante – Reciproc e WaveOne (Capar e Arslan, 2016). Esses sistemas de instrumentação têm sido questionados em relação a sua segurança pelo risco de causarem microtrincas dentinárias (Capar et al., 2014b; De-Deus et al., 2014; Marceliano-Alves et al., 2015; Gergi et al., 2015).

Entretanto, essas observações têm sido feitas em dentes extraídos, os quais podem apresentar estruturas dentinárias enfraquecidas devido ao ressecamento ou ação de substâncias químicas onde eles foram armazenados (Dietschi et al., 2008; De-Deus et al., 2014; De-Deus et al., 2015). Assim, torna-se importante realizar uma avaliação da ação dos instrumentos recíprocantes em dentes vitais, na cavidade oral do paciente, com estrutura dentinária e periodontal saudável.

Dessa forma, o presente estudo foi executado *in vivo*, imediatamente antes das extrações para a colocação dos implantes, permitindo que os preparos dos canais radiculares fossem executados com os dentes em seus alvéolos, protegidos pelo periodonto. Após os preparos, os dentes foram extraídos com um instrumento denominado de periótomo, sem a utilização de fórceps ou alavancas, pois alguns estudos mostram que isso poderia causar microtrincas na superfície das raízes (Fuss et al., 1999; Shemesh et al., 2009; De-Deus et al., 2014).

Os dentes incluídos no estudo foram incisivos inferiores assim como nos estudos de Bürklein et al. (2013) e Liu et al. (2013a,b) e de pacientes que já tivessem concordado com o plano de tratamento proposto pelo Implantodontista. A escolha dos dentes deu-se em função dos incisivos inferiores serem dentes que apresentam achatamento méso-distal, o que dificulta o preparo dos canais radiculares (Moura-Netto et al., 2015), com menor volume interno e porque esses dentes, normalmente, são extraídos para a execução de cirurgias de

implantes denominadas de “Implantes mandibulares de carga imediata – protocolos” (Peñarrocha et al., 2009) em que os dentes são removidos e imediatamente são colocados os implantes.

Em função de critérios de seleção, radiografias digitais ortoradiais e tomografias computadorizadas dos dentes foram observadas previamente para analisar a presença de um único canal radicular, tratamentos endodônticos prévios ou lesões periapicais, o que limitou a inclusão de alguns pacientes e possibilitou um número de 10 dentes em cada grupo de tratamento, quatro dentes por paciente. Esse número de dentes por grupo é utilizado em alguns trabalhos *in vitro* (Adorno et al., 2013; De-Deus et al., 2014; De-Deus et al., 2015) e torna-se expressivo para um trabalho *in vivo*, fazendo com que o presente estudo tenha relevância clínica.

A execução do trabalho *in vivo* permitiu verificar se o periodonto de proteção teve alguma influência no aparecimento das microtrincas dentinárias após o preparo dos canais radiculares. Além disso, os dentes deveriam apresentar-se com polpa vital verificada com testes de vitalidade pulpar e confirmada com a observação clínica de sangramento dos canais radiculares após a abordagem (De-Deus et al., 2010). Isso foi um fator de inclusão importante, pois segundo Kruzic et al. (2003), a polpa permite a hidratação da dentina, que apresenta, em função disso, maior tenacidade e menos trincas do que a dentina desidratada, fato que pode ter influenciado positivamente nos resultados. Dietschi et al. (2008) afirmaram que a perda da vitalidade pulpar causa uma pequena alteração na umidade e na composição dos tecidos dentinários, sendo que a umidade tem influência direta no módulo de elasticidade da dentina.

O trabalho executado dessa forma não permitiu alguns controles prévios como a comparação das imagens antes e após o preparo, como apresentado em vários estudos (Paqué et al., 2011; Stavileci et al., 2013; Hin et al., 2013; De-Deus et al., 2014; De-Deus et al., 2015; Marceliano-Alves et al., 2015; Busquim et al., 2015), pois não há como fazer o exame microtomográfico prévio com os dentes na cavidade oral, *in vivo*, porém proporciona a obtenção de resultados com alta significância clínica em um assunto tão discutido atualmente.

Outro fator a ressaltar foi o instrumento utilizado, o Reciproc R40 (40/06), com o movimento recíprocante, empregado em outros estudos (De-Deus et al., 2014; Silva et al., 2015; Busquim et al., 2015; Cruz Junior et al., 2016; Topçuoğlu et al., 2016) e introduzido na Endodontia por Yared et al. (2008). Esse conceito de movimento e de instrumentos trouxe uma maior rapidez no preparo, devido à utilização de um único instrumento, diminuição no número de fraturas desses instrumentos pelo seu uso uma única vez e evitar com isso, também, a infecção cruzada (Hwang et al., 2014). Além disso, outros estudos têm

demonstrado que esses instrumentos apresentam grande flexibilidade, principalmente pelo tratamento térmico da liga denominado de M-Wire (Alapati et al., 2009), o que permite um preparo seguro em canais curvos (Kim et al., 2010; Capar et al., 2014b).

Deve se considerar também a conicidade desses instrumentos, pois quando comparados com outros instrumentos de Ni-Ti são bastante cônicos, o que poderia gerar tensões no preparo dos canais radiculares, promovendo desvios do centro dos canais radiculares (Bürklein et al., 2012) e propiciar o aparecimento de microtrincas nas paredes desses (Yoldas et al., 2012; Bürklein et al., 2013; Kfir et al., 2016). Souza Bier et al. (2009) concluíram em seu estudo que os instrumentos com conicidades maiores propiciaram o aparecimento de microtrincas dentinárias. Os autores sugerem que a maior remoção de dentina e o maior *stress* nas paredes do canal radicular propiciado pelos instrumentos rotatórios com conicidades maiores podem ser a causa destes defeitos dentinários, fato que não se confirmou após a realização deste estudo *in vivo*, mesmo realizado em incisivos inferiores e com um instrumento de grande conicidade, o Reciproc R40.

Bürklein et al. (2013) utilizaram incisivos inferiores para o preparo dos canais radiculares e demonstraram que os instrumentos Reciproc R40 (40/06) e Wave One Large (40/08) causaram mais trincas completas e incompletas, 18,3% e 11,7%, respectivamente, quando comparados aos instrumentos rotatórios Mtwo (IAF=40/04) e ProTaper (IAF=40/06), 3,3% e 5%, respectivamente, sugerindo que o movimento utilizado e o desenho da secção transversal dos instrumentos tenha interferido na ocorrência das trincas dentinárias. Já Liu et al. (2013b) utilizaram incisivos inferiores e prepararam os canais radiculares com os instrumentos ProTaper, OneShape, Reciproc e Sistema SAF e concluíram que o Sistema ProTaper (IAF=25/08), o OneShape (IAF=25/06) e o Reciproc (IAF=25/08) causaram microtrincas dentinárias em 50%, 35% e 5% dos casos respectivamente, sendo que os dentes do grupo controle (sem preparo) e os dentes preparados com o Sistema SAF (1,5mm) não apresentaram microtrincas. Possivelmente este resultado seja em função dos preparos apicais terem sido executados com instrumentos de diâmetros menores. Embora estes estudos também tenham utilizado incisivos inferiores, os mesmos foram executados *in vitro* e os dentes seccionados e observados em microscópio, diferentemente da análise executada neste estudo.

No presente estudo, o limite de preparo do canal radicular utilizado foi o de 1 mm além do comprimento do dente. O preparo do forame apical foi executado com um instrumento Reciproc R40 (40/06), o que representou um diâmetro cirúrgico equivalente a 0,46 mm. Esse assunto é controverso na literatura endodôntica e discutido desde 1970, uma

vez que Butler apresenta em um caso clínico a necessidade do desbridamento do forame apical em casos de necrose pulpar e periodontite apical, o que é descrito por Nair (2006). Wu et al. (2000) já demonstraram em seu trabalho que o diâmetro anatômico dos incisivos inferiores foi em média de 0,37 mm (0,13-0,80) no sentido vestibulo-lingual e de 0,25 mm (0,12-0,33) no sentido mésio-distal, medidas obtidas 1 mm aquém do forame apical. Ressalta-se que mesmo não sendo objetivo do estudo e levando-se em consideração essas medidas médias encontradas por Wu et al. (2000), principalmente no sentido mésio-distal, pôde-se notar que o instrumento R40 (40/.06) removeu a 1 mm do ápice dos incisivos inferiores o equivalente a um diâmetro 0,46 mm, uma quantidade de dentina considerável e mesmo assim não se identificaram microtrincas dentinárias, contrariando os achados de Liu et al. (2013a), que relataram fraturas apicais e desprendimento de dentina maiores quando os preparos dos canais radiculares foram executados além do forame apical e Liu et al. (2013b), os quais concluíram que preparar os dentes em todo o CT causou microtrincas apicais em todos os grupos com exceção do grupo controle, ambos os estudos em dentes *in vitro*. Pois, quando analisada a redução bacteriana em canais ovais utilizando a técnica do instrumento único comparada com uma técnica convencional de instrumentos rotatórios de Ni-Ti, Alves et al. (2012) demonstraram que utilizando o instrumento único Reciproc R40 e o Sistema BioRace, com instrumento final 40/.04, a diminuição na contagem de bactérias foi alta e significativa, sendo que a técnica de instrumento único foi comparável à rotatória convencional.

O preparo do forame apical não é comumente realizado nos estudos (Bürklein et al., 2012; Hin et al., 2013), o que se tem evidenciado é o CT na extensão total do dente, denominada de forame zero (Silva et al., 2015; Cruz Junior et al., 2016).

O alargamento apical (Topçuoğlu et al., 2016) e a sua influência na dor pós-operatória (Silva et al., 2015; Cruz Junior et al., 2016), não tem mostrado diferença estatisticamente significativa (Bourreau et al., 2015) e parece estar associado a uma melhor limpeza da zona crítica apical (Card et al., 2002; Fornari et al., 2010), permitindo a invaginação de tecido conjuntivo para o interior dos canais radiculares tanto em polpa viva (Benatti et al., 1985) quanto em polpa morta (Souza-Filho et al., 1987), ambos os estudos feitos em cães.

Já Silva et al. (2016) associaram a instrumentação dos canais radiculares no forame apical e 1 mm além com uma maior quantidade de desvio do forame, ao contrário de quando o limite de instrumentação foi 1 mm aquém do forame; porém, isso não afetou a qualidade da obturação desses canais radiculares.

A forma de análise da existência de microtrincas dentinárias foi com a utilização da microtomografia computadorizada, método usado por outros autores (Paqué et al., 2011;

Stavileci et al., 2013; De-Deus et al., 2014; De-Deus et al., 2015; Marceliano-Alves et al., 2015), e que permite a observação dos dentes na sua totalidade de volume, em três dimensões, sem fazer cortes ou desgastes como os estudos que utilizam a secção das raízes dos dentes com cortadeiras (Souza Bier et al., 2009; Shemesh et al., 2009; Yoldas et al., 2012; Liu et al., 2013b; Hin et al., 2013; Bürklein et al., 2013; Kansal et al., 2014; Arias et al., 2014; Capar et al., 2014a; Jalali et al., 2015; Karatas et al., 2015; Gergi et al., 2015; Kfir et al., 2016), que pode estar gerando resultados falso-positivos, pois De-Deus et al. (2014) demonstraram em seu trabalho que as microtrincas observadas após os preparos dos canais radiculares com diferentes sistemas já estavam presentes antes desses serem preparados.

A comparação entre duas substâncias químicas auxiliares – o hipoclorito de sódio 5,25% e a clorexidina em forma de gel 2% – deu-se porque a clorexidina vem sendo utilizada para a execução do preparo dos canais radiculares tanto em forma líquida na concentração de 2% (Roças et al., 2016; Uzonoglu et al., 2016) como também em forma de gel 2% (Ferraz et al., 2007; Gomes et al., 2013; Silva et al., 2015; Silva et al., 2016) pelas suas excelentes propriedades de biocompatibilidade (Tanomaru et al., 2003; Silva et al., 2004), lubrificação (Ferraz et al., 2001; Gomes et al., 2013), poder antimicrobiano (White et al., 1997; Clegg et al., 2006; Shen et al., 2011), menor citotoxicidade (Jhonson e Remeikins, 1993) e principalmente pela sua ação de substantividade (Weber et al., 2003; Rosenthal et al., 2004; Khademi et al., 2006). Já o hipoclorito de sódio pode apresentar risco de acidentes (Zhu et al., 2013). Roças et al. (2016) não observaram diferença na efetividade antibacteriana clínica entre a clorexidina líquida 2% e o hipoclorito de sódio 2,5% quando utilizados como substâncias químicas auxiliares no preparo dos canais radiculares com instrumentos rotatórios.

Sabe-se que o hipoclorito de sódio é a substância química auxiliar mais utilizada por especialistas e clínicos pelo seu grande poder antibacteriano e na maioria dos estudos (Hin et al., 2013; Stavileci et al., 2013; De-Deus et al., 2014; De-Deus et al., 2015; Jalali et al., 2015; Marceliano-Alves et al., 2015; Kfir et al., 2016), principalmente pela sua ação de dissolução de tecido orgânico (Ferraz et al., 2007; Dutner et al., 2012) e em estudos que expõem os tecidos orgânicos diretamente ao hipoclorito de sódio (Almeida et al., 2013). Porém essa propriedade de dissolução não tem conseguido comprovação nos estudos que utilizam canais radiculares de dentes humanos e hipoclorito de sódio em altas concentrações (Gutarts et al., 2005; Burlerson et al., 2007; Zaia et al., 2013), associado ao ultrassom (Gutarts et al., 2005; Burlerson et al., 2007) e de De-Deus et al. (2013), demonstrando que o hipoclorito de sódio com a adição de redutores de tensão superficial não dissolve tecido pulpar vital em canais

ovais, nem são melhores do que a solução convencional de hipoclorito de sódio, pois no ápice radicular, a dissolução de tecido pulpar foi menos eficiente independentemente da solução utilizada - se com ou sem redutor de tensão superficial.

A clorexidina também não consegue dissolver tecido orgânico (Okino et al., 2004; Rosenthal et al., 2004), entretanto o gel de natrosol utilizado como veículo para a clorexidina em forma de gel agrega três importantes propriedades a ela, que são: a tixotropicidade – propriedade que o gel tem de se tornar liquefeito quando agitado mecanicamente; a ação reológica – poder de aglutinar as raspas de dentina excisadas durante o preparo dos canais radiculares; e a lubrificação dos canais radiculares (Ferraz et al., 2001; Gomes et al., 2013). Além disso, a clorexidina não reduz o módulo de elasticidade e a resistência à flexão da dentina como o hipoclorito de sódio 5,25% (Sim et al., 2001) e nem interfere nas propriedades mecânicas dessa (Gomes et al., 2013).

Assim, a substância química auxiliar não interferiu na ocorrência das microtrincas dentinárias, nem pela sua composição química, muito menos pelo seu estado físico-líquido ou gel, embora Ferraz et al. (2001) tenham afirmado que a forma de gel permite uma melhor lubrificação dos canais radiculares. Em contrapartida, De-Deus et al. (2014) sugerem três causas principais de *stress* para a geração das microtrincas nos dentes utilizados em outros estudos, que são: o preparo mecânico, o ataque químico do hipoclorito de sódio como irrigante e os procedimentos de secção (corte) dos dentes para a observação das raízes. De todas essas causas somente se pode concordar com uma, segundo os resultados do presente estudo, que é a influência da secção dos dentes com cortadeiras para a observação das raízes, já que os outros dois fatores (ação do hipoclorito de sódio e o preparo mecânico) não se confirmaram.

O presente estudo não mostrou a ocorrência de microtrincas dentinárias do interior dos canais radiculares em direção à parte externa dos dentes após os preparos executados *in vivo*, preparados na boca, protegidos pelos tecidos de suporte, em dentes incisivos inferiores com polpa viva, com os instrumentos Reciproc R40, independentemente das substâncias químicas auxiliares utilizadas – se o hipoclorito de sódio 5,25% ou a clorexidina gel 2% – refutando a hipótese deste estudo.

Este tema é muito polêmico e contraditório, pois se muitos estudos mostram a ocorrência de microtrincas dentinárias após o preparo dos canais radiculares utilizando diferentes sistemas (Shemesh et al., 2009; Yoldas et al., 2012; Bürklein et al., 2013; Hin et al., 2013; Marceliano-Alves et al., 2015; Gergi et al., 2015; Kfir et al., 2016), De-Deus et al. (2014) não encontraram relação entre o preparo dos canais radiculares executado *in vitro* com

os instrumentos Reciproc, WaveOne e BioRace e a ocorrência de microtrincas em raízes mesiais de molares inferiores. Porém, ao se efetuar um trabalho *in vivo*, como o presente, há relevância clínica dos resultados, confirmando que as microtrincas na dentina dos dentes não são geradas pelo preparo dos canais radiculares com instrumentos Reciproc R40 em incisivos inferiores.

Portanto os resultados obtidos neste estudo podem ser atribuídos à diferença na metodologia de execução do preparo dos canais radiculares, ou seja, em dentes com polpa viva, hidratados, com um rígido controle de extração e armazenamento e protegidos pelo periodonto, excluindo a possibilidade de que os instrumentos reciprocantes provoquem as microtrincas dentinárias quando utilizados para a execução do preparo químico-mecânico dos canais radiculares.

## 7 CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados e respeitando as limitações do presente estudo, pôde-se concluir que o preparo dos canais radiculares executado *in vivo* em dentes incisivos inferiores com os instrumentos reciprocantes Reciproc R40 em dentes com polpa viva não causou microtrincas dentinárias nos canais radiculares, independentemente da substância química auxiliar utilizada, se o hipoclorito de sódio 5,25% ou a clorexidina gel 2%.

## REFERÊNCIAS\*

1. Adorno CG, Yoshioka T, Jindan P, Kobayashi C, Suda H. The effect of endodontic procedures on apical crack initiation and propagation ex vivo. *Int. Endod. J.* 2013 Aug;46(8):763-8.
2. Al Hadlaq SMS, Aljarbou FA, Al Thumairy RI. Evaluation of cyclic flexural fatigue of M-wire nickel-titanium rotary instruments. *J Endod.* 2010 Feb;36(2):305-7.
3. Alapati SB, Brantley WA, Iijima M, Clark WAT, Kovarik L, Buie C, et al. Metallurgical characterization of a new nickel-titanium wire for rotary endodontic instruments. *J Endod.* 2009 Nov;35(11):1589-93.
4. Almeida LH, Leonardo NG, Gomes AP, Giardino L, Souza EM, Pappen FG. Pulp tissue dissolution capacity of sodium hypochlorite combined with cetrimide and polypropylene glycol. *Braz Dent J.* 2013 Sep-Oct;24(5):477-81.
5. Alves FRF, Rôças IN, Almeida BM, Neves MAS, Zoffoli J, Siqueira Júnior JF. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int. Endod. J.* 2012 Sep.;45(9):871-7.
6. American Academy of Periodontology. Parameters of Care. *American Academy of Periodontology.* 2000 May;71(5 Suppl):i-ii, 847-83.
7. Arias A, Lee YH, Peters CI, Gluskin AH, Peters OA. Comparison of 2 canal preparation techniques in the induction of microcracks: a pilot study with cadaver mandibles. *J Endod* 2014 July; 40(7):982-5.
8. Arias-Moliz MT, Ferrer-Luque CM, Espigares-García M, Baca P. Enterococcus faecalis biofilms eradication by root canal irrigants. *J Endod.* 2009 May;35(5):711-4.

---

\* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do Internacional Committee of Medical Journal Editors – Vancouver Group. Abreviaturas dos periódicos em conformidade com o PubMed.

9. Benatti O, Valdrighi L, Biral RR, Pupo J. A histological study of the effect of diameter enlargement of the apical portion of the root canal. *J Endod.* 1985 Oct;11(10):428-34.
10. Bourreau MLS, Soares AJ, Souza-Filho FJ. Evaluation of postoperative pain after endodontic treatment with foraminal enlargement and obturation using two auxiliary chemical protocols. *Rev Odontol UNESP.* 2015 May-June;44(3):157-62.
11. Bürklein S, Hinschitzal K, Dammaschke T, Schäffer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. *Int. Endod. J.* 2012 May;45(5):449-61.
12. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *J Endod.* 2013 Apr;39(4):501-4.
13. Burleson A, Nusstein J, Reader A, Beck M. The in vivo evaluation of hand/rotary/ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod.* 2007 Jul;33(7):782-7.
14. Busquim S, Cunha RS, Freire L, Gavini G, Machado ME, Santos M. A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. *Int Endod J.* 2015 Oct;48(10):1001-6.
15. Butler NP. Apical Debridment – A hypothesis and preliminar Report. *Journal of the British Endodontic Society*, Winter, 1970.
16. Capar ID, Arslan H, Akcay M, Uysal B. Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex instruments on crack formation in dentin. *J Endod.* 2014a Sep.; 40(9):1482-4.
17. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET. Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod.* 2014b Jun;40(6):852-6.
18. Capar ID, Arslan H. A review of instrumentation kinematics of enginedriven nickel–titanium instruments. *Int Endod J.* 2016 Feb;49(2):119-35.

19. Card SJ, Sigurdsson A, Orstavik D, Trope M. The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod.* 2002 Nov;28(11):779-83.
20. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms in vitro. *J Endod.* 2006 May;32(5):434-7.
21. Coelho BS, Amaral RO, Leonardi DP, Marques-da-Silva B, Silva-Sousa YT, Carvalho FM, et al. Performance of three single instrument systems in the preparation of long oval canals. *Braz Dent J.* 2016 Mar-Apr;27(2):217-22.
22. Cruz Junior JA, Coelho MS, Kato AS, Vivacqua-Gomes N, Fontana CE, Rocha DG, et al. The effect of foraminal enlargement of necrotic teeth with the reciproc system on postoperative pain: a prospective and randomized clinical trial. *J Endod.* 2016 Jan;42(1):8-11.
23. De-Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, Souza E, Júnior AF, Fidel S, et al. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 Protaper technique in oval-shaped canals. *J Endod.* 2010 Nov;36(11):1897-990.
24. De-Deus G, de Berredo Pinho MA, Reis C, Fidel S, Souza E, Zehnder M. Sodium hypochlorite with reduced surface tension does not improve in situ pulp tissue dissolution. *J Endod.* 2013 Aug;39(8):1039-43.
25. De-Deus G, Silva EJNL, Marins J, Souza E, Neves AA, Belladonna FG, et al. Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. *J Endod.* 2014 Sep;40(9):1447-50.
26. De-Deus G, Belladonna FG, Silva EJ, Marins JR, Souza EM, Perez R, et al. Micro-CT evaluation of non-instrumented canal areas with different enlargements performed by NiTi systems. *Braz Dent J.* 2015 Nov-Dec;26(6):624-9.
27. Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: a systematic review of the literature, Part II (Evaluation of fatigue behavior, interfaces, and in vivo studies). *Quintessence Int.* 2008 Feb;39(2):117-29.

28. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *J Endod.* 2012 Jan;38(1):37-40.
29. El Nasr HMA, El Kader KGA. Dentinal damage and fracture resistance of oval roots prepared with Single-File Systems using different kinematics. *J Endod.* 2014 Jun;40(6):849-51.
30. Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. *J Endod.* 2001 Jul;27(7):452-5.
31. Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. Comparative study of the antimicrobial efficacy of chlorhexidine gel, chlorhexidine solution and sodium hypochlorite as endodontic irrigants. *Braz Dent J.* 2007;18(4):294-8.
32. Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pécora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD. Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J.* 2010 Nov;43(11):988-94.
33. Fuss Z, Lustig J, Tamse A. Prevalence of vertical root fractures in extracted endodontically treated teeth. *Int Endod J.* 1999 Aug;32(4):283-6.
34. Gergi RM, Osta NE, Naaman AS. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, Reciproc and WaveOne instruments. *Eur J Dent.* 2015 Oct-Dec;9(4):508-12.
35. Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L, et al. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J.* 2003 Apr;36(4):267-75.
36. Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JF, Souza-Filho FJ, Ferraz CC. Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J.* 2013;24(2):89-102.

37. Gonçalves LS, Rodrigues RC, Andrade Junior CV, Soares RG, Vettore MV. The effect of sodium hypochlorite and chlorhexidine as irrigant solutions for root canal disinfection: a systematic review of clinical trials. *J Endod.* 2016 Apr;42(4):527-32.
38. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 2005 Mar;31(3):166-70.
39. Hin ES, Wu M-K, Wesselink PR, Shemesh H. Effects of Self-Adjusting file, Mtwo, and Protaper on the root canal wall. *J Endod.* 2013 Feb.;39(2): 262-4.
40. Hwang YH, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee W, Shon WJ, et al. Shaping ability of the conventional nickel-titanium and reciprocating nickel-titanium file systems: a comparative study using micro-computed tomography. *J Endod.* 2014 Aug;40(8):1186-9.
41. Jalali S, Eftekhari B, Paymanpour P, Yazdizadeh M, Jafarzadeh M. Effects of Reciproc, Mtwo and ProTaper Instruments on Formation of Root Fracture. *Iran Endod J.* 2015;10(4): 252-5. doi: 10.7508/iej.2015.04.009.
42. Jeanson MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod.* 1994 Jun;20(6):276-8.
43. Johnson BR, Remeikis NA. Effective shelf-life of prepared sodium hypochlorite solution. *J Endod.* 1993 Jan;19(1):40-3.
44. Kansal R, Rajput A, Talwar S, Roongta R, Verma M. assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. *J Endod.* 2014 Sep; 40(9):1443-6.
45. Karatas E, Gündüz HA, Kırıcı DÖ, Arslan H, Topçu MÇ, Yeter KY. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, ProTaper Next, ProTaper Universal, and WaveOne instruments. *J Endod.* 2015 Feb;41(2):261-4.

46. Kfir A, Elkes D, Pawar A, Weissman A, Tsesis I. Incidence of microcracks in maxillary first premolars after instrumentation with three different mechanized file systems: a comparative ex vivo study. *Clin Oral Invest*. 2016 Mar. doi:10.1007/s00784-016-1806-3.
47. Khademi AA, Mohammadi Z, Havaee A. Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Aust Endod J*. 2006 Dec;32(3):112-5.
48. Kim H-C, Lee M-H, Yum J, Versluis A, Lee C-J, Kim B-M. Potential relationship between design of nickel-titanium rotary instruments and vertical root fracture. *J Endod*. 2010 July;36(7):1195-9.
49. Kruzic JJ, Nalla RK, Kinney JH, Ritchie RO. Crack blunting, crack bridging and resistance-curve fracture mechanics in dentin: effect of hydration. *Biomaterials*. 2003 Dec;24(28):5209-21.
50. Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Silva LA, Nelson Filho P, Bonifácio KC, Ito IY. In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*. 1999 Mar;25(3):167-71.
51. Liu R, Kaiwar A, Shemesh H, Wesselink PR, Xiang Hou B, Wu M-K. Incidence of apical root cracks and apical dentinal detachments after canal preparation with hand and rotary files at different instrumentation lengths. *J Endod*. 2013a Jan;39(1):129-32.
52. Liu R, Xiang Hou B, Wesselink PR, Wu M-K, Shemesh H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the protaper system. *J Endod*. 2013b Aug.;39(8):1054-6.
53. Marceliano-Alves MFV, Souza-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pecora JD, et al. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multife rotary systems: a micro-CT study. *Int Endod J*. 2015;48(12):1129-36.
54. Moura-Netto C, Palo RM, Pinto LF, Mello-Moura AC, Daltoé G, Wilhelmsen NS. CT study of the performance of reciprocating and oscillatory motions in flattened root canal areas. *Braz Oral Res*. 2015 Dec;29(2):1-6.

55. Nair PNR. On the causes of persistent apical periodontitis: a review. *Int Endod J.* 2006 Apr;39(4):249-81.
56. Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JA. Dissolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J.* 2004 Jan;37(1):38-41.
57. Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J. Endod.* 2011 Oct.;37(10):1395-7.
58. Peñarrocha M, Boronat A, Garcia B. immediate loading of immediate mandibular implants with a full-arch fixed prosthesis: a preliminary study. *J Oral Maxillofac Surg.* 2009 Jun;67(6):1286-93.
59. Pinheiro SL, Araujo G, Bincelli I, Cunha R, Bueno C. Evaluation of cleaning capacity and instrumentation time of manual, hybrid and rotary instrumentation techniques in primary molars. *Int. Endod. J.* 2012 Apr;45(4):379-85.
61. Rôças IN, Provenzano JC, Neves MA, Siqueira Júnior JF. Disinfecting effects of rotary instrumentation with either 2.5% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine as the main irrigant: a randomized clinical study. *J Endod.* 2016 Jun;42(6):943-7.
62. Rosenthal S, Spangberg L, Safavi K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004 Oct;98(4):488-92.
63. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974 Apr;18(2):269-96.
64. Shemesh H, Van Soest G, Wu MK, Wesselink PR. Diagnosis of vertical root fractures with optical coherence tomography. *J Endod.* 2008;34(6):739-42.

65. Shemesh H, Bier CAS, Wu M.-K, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR. The effects of canal preparation and filling on the incidence of dentinal defects. *Int. Endod. J.* 2009 Mar;42(3):208-13.
66. Shen Y, Stojicic S, Haapasalo M. Antimicrobial efficacy of chlorhexidine against bacteria in biofilms at different stages of development. *J Endod.* 2011 May;37(5):657-61.
67. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J. Endod.* 2013 Feb.;39(2):164-72.
68. Silva EJ, Monteiro MR, Belladonna FG, Almeida JF, De-Deus G, Neves A de A. Postoperative pain after foraminal instrumentation with a reciprocating system and different irrigating solutions. *Braz Dent J.* 2015 May-Jun;26(3):216-21.
69. Silva JM, Brandão GA, Leal Silva EJ, Zaia AA. Influence of working length and foraminal enlargement on foramen morphology and sealing ability. *Indian J Dent Res.* 2016 Jan-Feb;27(1):66-72.
70. Silva LA, Leonardo MR, Assed S, Tanomaru Filho M. Histological study of the effect of some irrigating solutions on bacterial endotoxin in dogs. *Braz Dent J.* 2004;15(2):109-14.
71. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. *Int Endod J.* 2001 Mar;34(2):120-32.
72. Siqueira Júnior JF, Rôças IN, Paiva SS, Guimarães-Pinto T, Magalhães KM, Lima KC. Bacteriologic investigation of the effects of sodium hypochlorite and chlorhexidine during the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007 Jul;104(1):122-30.
73. Souza Bier CAS, Shemesh H, Tanomaru-Filho M, Wesselink PR, Wu M.-K. The Ability of Different Nickel-Titanium Rotary Instruments To Induce Dentinal Damage During Canal Preparation. *J Endod* 2009;35(2):236-238.

74. Souza Filho FJ, Benatti O, de Almeida OP. Influence of the enlargement of the apical foramen in periapical repair of contaminated teeth of dog. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1987 Oct;64(4):480-4.
75. Stavileci M, Hoxha V, Görduysus Ö, Tatar I, Laperre K, Hostens J, et al. Effects of preparation techniques on root canal shaping assessed by micro-computed tomography. *Med Sci Monit Basic Res.* 2013 Jun;13(19):163-8.
76. Tanomaru JM, Leonardo MR, Tanomaru Filho M, Bonetti Filho I, Silva LA. Effect of different irrigation solutions and calcium hydroxide on bacterial LPS. *Int Endod J.* 2003 Nov;36(11):733-9.
77. Taşdemir TL, Aydemir H, Inan U, Unal O. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography. *Int Endod J.* 2005 Jun;38(6):402-8.
78. Topçuoğlu HS, Duzgun S, Akpek F. Effect of glide path and apical preparation size on the incidence of apical crack during the canal preparation using Reciproc, WaveOne, and ProTaper Next systems in curved root canals: a stereomicroscope study. *Scanning.* 2016 Jan;21:1-6. doi:10.1002/sca.21304.
79. Uzunoglu E, Yilmaz Z, Erdogan O, Görduysus M. Final irrigation regimens affect fracture resistance values of root-filled teeth. *J Endod.* 2016 Mar;42(3):493-5.
80. Vanni JR, Santos R, Limongi O, Guerisoli DM, Capelli A, Pecora JD. Influence of cervical preflaring on determination of apical file size in maxillary molars: SEM analysis. *Braz Dent J.* 2005;16(3):181-6.
81. Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1984 Nov;58(5):589-99.
82. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod.* 1988 Jul;14(7):346-51.

83. Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod.* 2003 Sep;29(9):562-4.
84. White RR, Hays GL, Janer LR. Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod.* 1997 Apr;23(4):229-31.
85. Williamson AE, Cardon JW, Drake DR. Antimicrobial susceptibility of monoculture biofilms of a clinical isolate of *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2009 Jan;35(1):95-7.
86. Wu MK, R'oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000 Jun;89(6):739-43.
87. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminar observations. *Int. Endod. J.* 2008 Sep;41(4):339-44.
88. Yoldas 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 Endod.* 2012 Feb;38(2):232-5.
89. Zaia AA, Leal da Silva EJM, Gomes AC, Moreira DM. Can the sodium hypochlorite tissue dissolution ability during endodontic treatment really be trusted? An in vitro and ex vivo study. *Dental Press Endod.* 2013 May-Aug;3(2):24-9.
90. Zhu WC, Gyamfi J, Niu LN, Schoeffel GJ, Liu SY, Santarcangelo F, et al. Anatomy of sodium hypochlorite accidents involving facial ecchymosis - a review. *J Dent.* 2013 Nov;41(11):935-48.

## ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

FACULDADE MERIDIONAL -  
IMED/RS



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** A ocorrência de microfraturas radiculares após o preparo do canal com instrumentos Reciproc: estudo in vivo

**Pesquisador:** MATEUS SILVEIRA MARTINS HARTMANN

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 45431415.2.1001.5319

**Instituição Proponente:** Faculdade Meridional - IMED

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 1.309.121

#### Apresentação do Projeto:

O presente projeto de investigação objetiva estudar a ocorrência de microfraturas radiculares após o preparo do canal com instrumentos Reciproc, realizando, para tanto, um estudo em seres humanos, sem a extração e tratamento in vitro dos dentes, enquanto procedimento padrão. Para tanto, o preparo biomecânico (PBM) dos canais radiculares é um dos principais passos para atingir o sucesso do tratamento endodôntico. Estudos recentes tem trazido alguns questionamentos a respeito de defeitos causados pelo PBM, tais como rachaduras e trincas, nas paredes dos canais radiculares.

#### Objetivo da Pesquisa:

Esta pesquisa se propõe a avaliar se os efeitos do preparo do canal radicular ocorrem na dentina de dentes in vivo, utilizando instrumentos de uso único, reciprocantes e com conicidade maiores comparando duas substâncias químicas auxiliares – o hipoclorito de sódio a 5,25% e a clorexidina gel a 2%. Avaliar ainda se a ocorrência dos defeitos se confirma quando comparados dois métodos de avaliação – a micro tomografia computadorizada (microTC) e a fotomicrografia após o corte dos dentes.

#### Expõe como objetivos:

Endereço: Senador Pinheiro 304  
Bairro: centro CEP: 96270-220  
UF: RS Município: PASSO FUNDO  
Telefone: (54)0045-8100 Fax: (54)0045-8107 E-mail: cep@imed.edu.br

Continuação do Parecer: 1.308.131

**Objetivo Primário:**

- Avaliar a ocorrência de microfraturas na dentina de dentes *in vivo* após o preparo do canal radicular com Instrumentos Reciproc R40.

**Objetivo Secundário:**

- Avaliar se a substância química auxiliar utilizada no preparo dos canais radiculares influencia na ocorrência das microfraturas dentinárias – o hipoclorito de sódio a 5,25% e a clorhexedina gel a 2%;- Avaliar se a ocorrência das microfraturas se confirma quando os dentes são preparados *in vivo*.- Avaliar se a forma de observação - em micro TC ou com cortes e fotografias influenciam nos resultados.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Em parecer anterior algumas considerações haviam sido realizadas, a saber:

1. Justificativa para realização da pesquisa – a não existência de estudos *in vivo* é por si só uma justificativa para a realização da pesquisa? Explicar de que maneira o estudo *in vivo* acrescenta conhecimentos sobre a técnica que será utilizada; descrever com clareza, sobretudo, ao paciente e colaborador da pesquisa, que tal procedimento não é necessário ao seu quadro clínico, resultando em ações para além das necessárias; por fim, descrever, o modo pelo qual o colaborador poderá requerer sua saída da pesquisa e eventuais consequências. \* Quesito atendido mediante apresentação da seguinte justificativa: "a avaliação *in vivo* é importante porque em condições clínicas de tratamento pode-se observar realmente se as microfraturas que são vistas nos estudos publicados até o momento são em função da ação dos instrumentos recíprocos na dentina ou se já haviam sido provocadas nestes dentes antes mesmo do preparo dos canais radiculares. Desta forma, quando os ditos preparos são executados *in vivo*, na boca, há um sistema de proteção destes dentes (osso, ligamento periodontal, gengiva) que podem influenciar positivamente, evitando que as microfraturas aconteçam (hipótese deste estudo) e portanto, justificam a execução deste experimento. Destaca-se ainda que os instrumentos recíprocos e a técnica utilizada neste estudo são de fácil aplicação clínica e grande rapidez no preparo dos canais radiculares, e confirmando-se que não causam microfraturas, facilitarão sobremaneira os tratamentos endodônticos executados, trazendo uma resposta científica de segurança para o método."

2. O pesquisador esclarece vários desses itens em Carta anexada ao Comitê de ética, no entanto, é necessário que tais esclarecimentos apareçam no TCLE, visto que é através deste documento que o participante voluntário tem acesso as informações acerca da metodologia da pesquisa e aos procedimentos que o mesmo será submetido. O TCLE foi reformulado e as informações requisitadas foram devidamente incluídas.

Endereço: Senador Pinheiro 304  
Bairro: centro CEP: 99.070-220  
UF: RS Município: PASSO FUNDO  
Telefone: (54)3045-8100 Fax: (54)3045-8107 E-mail: cep@med.edu.br

FACULDADE MERIDIONAL -  
IMED/RS



Continuação do Parecer: 1.306.121

3. Na metodologia do projeto não fica claro se os dentes serão imediatamente extraídos ou se será aguardado um período pós-realização do procedimento endodôntico para extração dos dentes. A palavra imediatamente aparece somente no TCLE, mas na metodologia do projeto isso não fica claro. No caso de a extração ser realizada imediatamente após a realização do procedimento endodôntico, o pesquisador deve esclarecer, conforme já solicitado anteriormente, de que maneira a realização do procedimento in vivo difere do in vitro nos quesitos que se deseja avaliar, justificando a necessidade de execução. Informações acrescentadas tanto no projeto quanto no TCLE.

4. Ademais, em virtude da condição metodológica descrita questiona-se sobre a pertinência de consignar dados pessoais dos colaboradores nas fichas de consulta e acompanhamento. Como já mencionado anteriormente, em Carta enviada a esse CEP com os esclarecimentos éticos acerca da pesquisa o pesquisador esclarece que estes dados serão mantidos em sigilo, no entanto, no TCLE isso não fica claro. Informação acrescentada no TCLE.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Para isto serão utilizados 20 dentes incisivos inferiores, de 5 pacientes, que serão preparados in vivo, com os Instrumentos Reciproc R40 (40/05) e divididos em dois grupos, Grupo 1—o hipoclorito de sódio a 5,25% como substância química auxiliar; e nos dentes do Grupo 2 a clorexidina gel a 2% será utilizada. Após o preparo os dentes serão extraídos. Os dentes serão analisados em micro TC e posteriormente serão sectionados a 3, 6 e 9mm do ápice e serão avaliados com um microscópio ótico em 12 X de aumento para a ocorrência ou não de fraturas. Os dados serão coletados e organizados numa planilha eletrônica e analisados conforme a sua distribuição, com aplicação dos testes estatísticos adequados.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos inseridos, devidamente assinados e de acordo com as recomendações da Resolução 466/12.

**Recomendações:**

Sem recomendações.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Considerando que todas as pendências e dúvidas do parecer foram sanadas e corrigidas, não existem mais considerações ou pendências acerca do projeto.

Endereço: Senador Pinheiro 304  
Bairro: centro CEP: 99.070-200  
UF: RS Município: PASSO FUNDO  
Telefone: (54)3045-8100 Fax: (54)3045-8107 E-mail: cep@imed.edu.br

FACULDADE MERIDIONAL -  
IMED/RS



Continuação do Parecer: 1.306/121

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Caro pesquisador, o projeto foi considerado aprovado. Solicitamos que ao final da execução da pesquisa seja inserido na Plataforma Brasil uma síntese dos resultados encontrados, bem como eventuais questões éticas. O CEP IMED fica à disposição para esclarecimentos.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_568181.pdf	28/10/2015 21:45:55		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto.docx	28/10/2015 21:45:03	MATEUS SILVEIRA MARTING HARTMANN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.doc	28/10/2015 21:44:41	MATEUS SILVEIRA MARTING HARTMANN	Aceito
Outros	CARTACEP.docx	28/10/2015 21:43:38	MATEUS SILVEIRA MARTING HARTMANN	Aceito
Folha de Rosto	folha de rosto mateus doutorado.pdf	11/08/2015 16:27:34		Aceito
Declaração de Pesquisadores	autorização infra fop unicamp projeto in vivo mateus 001.jpg	11/08/2015 10:12:11		Aceito
Outros	Comentarios eticos da pesquisa - Comite.doc	11/08/2015 10:11:27		Aceito
Declaração de Pesquisadores	termo autorização local projeto doutorado mateus ceom.pdf	11/08/2015 10:10:36		Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PASSO FUNDO, 04 de Novembro de 2015

Assinado por:  
Vinícius Renato Thomé Ferreira  
(Coordenador)

Endereço: Senador Pinheiro 304  
Bairro: centro CEP: 99.070-220  
UF: RS Município: PASSO FUNDO  
Telefone: (54)3045-6100 Fax: (54)3045-6107 E-mail: cep@imed.edu.br

## APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa intitulada “**A ocorrência de microtrincas radiculares após o preparo do canal com instrumentos Reciproc: estudo *in vivo***”.

#### **1) Apresentação da pesquisa:**

**a) Instituição:** Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP.

**b) Responsável pela pesquisa:** Mateus Silveira Martins Hartmann (área Endodontia)

**c) Orientadores:** Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia

#### **d) Justificativas para realização da pesquisa:**

É de suma importância clínica e científica verificar se os resultados de estudos que estão sendo publicados na direção de que defeitos dentinários são ocasionados quando os dentes são preparados se confirmam quando estes mesmos preparos são executados com os dentes protegidos pelo periodonto, em boca, *in vivo*.

Por outro lado, avaliar se a substância química auxiliar, a clorexidina gel a 2% e o hipoclorito de sódio a 5,25%, podem ter influência na ocorrência de defeitos e fraturas quando os dentes são preparados com o Sistema Reciproc, com instrumentos R40.

Vários trabalhos sugerem que o preparo do canal radicular produz alguns defeitos como fraturas de dentina e de cimento apical, além do destacamento de dentina e de linhas de fratura originadas da luz do canal em direção à parte externa dos dentes. A justificativa para o presente trabalho é que estas afirmações são baseadas em estudos *in vitro*, ou seja, em dentes extraídos, e, portanto, acredita-se que estes resultados necessitem de estudos executados em situações clinicamente adequadas para a sua confirmação, ou seja, *in vivo*.

Além disso, a avaliação *in vivo* é importante porque em condições clínicas de tratamento pode-se observar realmente se as microtrincas que são vistas nos estudos publicados até o momento são em função da ação dos instrumentos reciprocantes na dentina ou se já haviam sido provocadas nestes dentes antes mesmo do preparo dos canais radiculares. Desta forma, quando os ditos preparos são executados *in vivo*, na boca, há um sistema de proteção destes dentes (osso, ligamento periodontal, gengiva) que podem influenciar positivamente, evitando que as microtrincas aconteçam (hipótese deste estudo) e portanto,

justificam a execução deste experimento. Destaca-se ainda que os instrumentos reciprocantes e a técnica utilizada neste estudo são de fácil aplicação clínica e grande rapidez no preparo dos canais radiculares, e confirmando-se que não causam microtrincas, facilitarão sobremaneira os tratamentos endodônticos executados, trazendo uma resposta científica de segurança para o método.

## **2) Esclarecimentos (informação)**

### **a) Objetivos da pesquisa:**

Avaliar a ocorrência de microtrincas na dentina de dentes *in vivo* após o preparo do canal radicular; avaliar se a substância química auxiliar utilizada no preparo dos canais radiculares influencia na ocorrência das microtrincas dentinárias – o hipoclorito de sódio a 5,25% e a clorexidina gel a 2%; avaliar se a ocorrência das microtrincas se confirma quando os dentes são preparados *in vivo*.

### **b) Metodologias que serão realizadas nos pacientes:**

Nesta pesquisa, após a assinatura deste Termo (TCLE) os pacientes serão encaminhados à Clínica, anestesiados e os dentes abordados. Isolamento absoluto do campo operatório será executado à distância, sem o uso de grampo no dente a ser extraído. Os preparos dos canais radiculares (tratamentos de canal) dos dentes serão executados por um único operador, que irá efetuar o PBM dos dentes com os instrumentos reciprocantes. Cada instrumento será utilizado em 1 canal radicular. Após os dentes serão extraídos imediatamente por indicação protética, portanto não haverá a inclusão de crianças e adolescentes. Imediatamente após este procedimento e quase como ato contínuo, o paciente irá receber o tratamento com os implantes conforme planejamento cirúrgico prévio, não alterando a sequência deste tratamento e não interferindo na realização do mesmo.

### **c) Métodos alternativos:**

Não há métodos alternativos para obtenção das informações desejadas.

### **d) Desconfortos e riscos:**

A sua participação nesta pesquisa não determinará maiores riscos, podendo determinar os seguintes desconfortos: ansiedade e pequeno desconforto devido ao preparo dos dentes e à sua extração. Além disso, há um pequeno risco ocasionado pela radiação ocasionada pela

técnica radiográfica utilizada, porém sem danos graves a sua saúde, segundo Ardenghi, Bayardo, Oliveira (2003).

**e) Benefícios e vantagens:**

A participação nesta pesquisa não lhe trará benefício direto, pois não haveria a necessidade de fazer os procedimentos (tratamentos endodônticos – ou tratamentos de canal) que hora estão sendo propostos e que serão executados anteriormente às suas extrações que serão executadas por indicação protética. Assim, reafirmamos que este procedimento que está sendo proposto não seria necessário para a continuidade de seu tratamento de prótese e de implantes. No entanto, um melhor conhecimento às áreas de Endodontia, ao final do estudo trará benefícios aos profissionais da odontologia e a população em geral.

**f) Acompanhamento e assistência:**

Os pacientes terão acompanhamento e assistência do responsável pela pesquisa. Caso necessite de alguma assistência, o paciente poderá entrar em contato através dos telefones locais descritos a seguir: (54) 3312 6964 ou (54) 9961-8777 e pelo e-mail: [mateushartmann@gmail.com](mailto:mateushartmann@gmail.com)

**g) Possibilidade de inclusão em grupo controle ou placebo:**

Esta pesquisa é uma comparação entre técnicas de preparo do canal radicular e não há necessidade de grupo controle ou placebo.

**3) Garantias:**

- a) Você será esclarecido antes, durante e após a realização da pesquisa;
- b) Sua participação é totalmente voluntária, podendo você: recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, expressando a sua vontade de desistir diretamente ao pesquisador responsável, que deverá cancelar o atendimento imediatamente;
- c) As informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa, e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade;
- d) O voluntário não terá qualquer despesa por participar da pesquisa, portanto não há previsão de ressarcimentos;
- e) Se houver algum dano eventual decorrente da participação na pesquisa, este será reparado;

f) Garantimos a entrega de uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) ao voluntário.

#### 4) Consentimento:

Eu,.....(nome por extenso do sujeito de pesquisa) declaro que fui devidamente esclarecido e concordo em participar VOLUNTARIAMENTE da pesquisa coordenada por Mateus Silveira Martins Hartmann e orientada pelo Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia.

\_\_\_\_\_ Data:.....  
Assinatura ou impressão datiloscópica do paciente

Eu,.....(nome do pesquisador ou do membro da equipe que aplicou o TCLE), declaro que forneci todas as informações referentes ao projeto de pesquisa supra-nominado.

\_\_\_\_\_ Data:.....  
Assinatura do pesquisador

Qualquer dúvida com relação à pesquisa poderá ser esclarecida com o pesquisador, conforme o endereço abaixo:

Nome: Mateus Silveira Martins Hartmann

Endereço: Rua Bento Gonçalves, nº 578, sala 409, Centro, CEP 99010-010, Passo Fundo-RS, telefones de contato (54) 3312-6964 e (54) 9961 8777, e-mail: [mateushartmann@gmail.com](mailto:mateushartmann@gmail.com)