

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE**

Carolynne Quintão Costa

**Avaliação da perda de estrutura e formação de microtrincas na dentina
radicular após diferentes tratamentos mecanizados e soluções
irrigantes: análise por microtomografia computadorizada**

Governador Valadares
2024

Carolyne Quintão Costa

**Avaliação da perda de estrutura e formação de microtrincas na dentina
radicular após diferentes tratamentos mecanizados e soluções
irrigantes: análise por microtomografia computadorizada**

Defesa de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde, área de concentração Biociências.

Orientador: Prof. Dr. Hugo Lemes Carlo

Co-orientadora: Profa. Dra. Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda

Governador Valadares

2024

Carolyn Quintão Costa

**Avaliação da perda de estrutura e formação de microtrincas na dentina
radicular após diferentes tratamentos mecanizados e soluções
irrigantes: análise por microtomografia computadorizada**

Defesa de dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde, área de concentração Biociências.

Aprovada em (dia) de (mês) de (ano)

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hugo Lemes Carlo
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Rafael Binato Junqueira
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus
Governador Valadares

Profa. Dra. Camilla Christian Gomes Moura
Universidade Federal de Uberlândia

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da
Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a)
autor(a)

Quintão Costa, Carolyne.

Avaliação da perda de estrutura e formação de microtrincas na
dentina radicular após diferentes tratamentos mecanizados e
soluções irrigantes: análise por microtomografia computadorizada /
Carolyne Quintão Costa. -- 2024.

40 f. : il.

Orientador: Hugo Lemes Carlo

Coorientadora: Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda
Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz
de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Instituto de
Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ciências
Aplicadas à Saúde, 2024.

1. Dentina. 2. Tratamento do Canal Radicular. 3. Irrigantes do
Canal radicular. 4. Instrumentos Odontológicos. 5. Microtomografia
por Raio-X. I. Lemes Carlo, Hugo, orient. II. Floriano Lopes Santos
Lacerda, Mariane, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, meu criador, por ser meu amparo, dando a força necessária para prosseguir nos momentos em que fui fraca. Obrigada por nunca me esquecer meu Pai, por ter me dado sabedoria quando te supliquei em oração.

Ao meu esposo, Bruno, por jamais me deixar desistir e ser meu apoio não só com palavras, mas com atos de amor se dedicando ao trabalho e a nossa família para que eu pudesse estudar, fazendo com que desde o princípio que fosse viável realizar esse sonho juntos. A minha filha, Betina, que é o meu gás diário, minha renovação e alegria, dou o melhor por você minha pequena para que consiga ser o seu exemplo de vida.

Pelos meus pais, Carmem e Adirson, por desde a infância terem moldado quem eu sou, por me ensinarem a ser persistente e ter fé, por se abdicarem da vida deles para que eu conseguisse realizar meus anseios. Pelas minhas irmãs, Alyne e Polyane, que são meus dois anjos da terra, minhas amigas fiéis, que sabem como estou e o que preciso sem que seja preciso dizer nada, obrigada pela companhia de uma vida inteira.

Ao meu orientador, Dr. Prof. Hugo Lemes Carlo, que com sua inteligência acima da média me guiou com maestria e profissionalismo, além de ter doses extras de paciência e bom humor necessários para encarar todo processo com mais leveza.

A minha co-orientadora, Dra. Prof. Mariane Floriano, que com sua doçura desde a graduação me ensinou com amor a endodontia, e que me acompanhou em cada passo na realização do trabalho se mostrando sempre disposta a ajudar no que fosse preciso.

A Dra. Profa. Carolina Oliveira, que nos ajudou em fases cruciais do trabalho, e muito além disso se entregou verdadeiramente a serviço quando precisei, obrigada por cada ajuda feita com exímio e dedicação.

A querida Dra. Profa. Caroline Girelli, que me ensinou muito mais que só a endodontia, você me mostrou com sua vida devota que o impossível não existe, que acreditou em mim antes de mim mesma, e que intercede sempre pelas minhas causas junto a Deus.

Agradeço também a instituição Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus GV, e PPGAS, que trouxeram a mim a possibilidade de realizar um Mestrado de grande qualidade, ao qual eu não acreditava ser possível.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a perda de estrutura e a formação de microtrincas na dentina radicular após a realização de tratamento endodôntico com diferentes técnicas de instrumentação mecanizada e substâncias químicas auxiliares. Para este estudo laboratorial *ex vivo* foram selecionados 40 (quarenta) dentes pré-molares inferiores unirradiculares, Classe I de Vertucci, com raízes retas. As coroas anatômicas dos dentes selecionados foram removidas com disco diamantado duplo para a obtenção de um remanescente radicular com 15mm de comprimento mensurado a partir do ápice radicular. As amostras foram divididas em 4 grupos (n=10) de acordo com o sistema de instrumentação e substância química auxiliar irrigadora, são eles: 1. técnica recíproca taper regressivo + hipoclorito de sódio a 5,25%; 2. técnica recíproca taper regressivo + clorexidina a 2%; 3. técnica recíproca taper contínuo + hipoclorito de sódio a 5,25%; 4. técnica recíproca taper contínuo + clorexidina a 2%. As raízes foram escaneadas utilizando-se um microtomógrafo (SkyScan 1173 – Bruker, Kontich, Bélgica) para verificação do volume (mm³) inicial e final (pós-tratamento) dos canais radiculares e determinação do percentual de dentina removida. Dois avaliadores cegos analisaram imagens transversais das raízes, para identificar a presença de microtrincas dentinárias. Os dados de quantidade de dentina removida foram coletados e submetidos a análise de Homogeneidade de Variâncias (Teste de Levine) e Teste de Normalidade (Teste de Shapiro-Wilk). Em seguida foram analisados através do teste ANOVA dois fatores (Two-Way ANOVA). Para todos os testes foi considerado nível de significância de 5%. A presença de microtrincas foi analisada qualitativamente. O Teste ANOVA de dois fatores não demonstrou haver significância estatística para os resultados de preparo mecânico (p=0.229), solução química auxiliar (p=0.795) e para a correlação entre preparo mecânico e solução química auxiliar (p=0.395). Foram realizadas análises de 29.646 cortes transversais de imagens de canais radiculares e não se observou a formação de novas microtrincas na dentina dos canais radiculares para nenhum dos instrumentos avaliados. A instrumentação dos canais radiculares com limas recíprocas de *taper* regressivo ou contínuo e a irrigação dos mesmos com as substâncias hipoclorito de sódio a 5,25% ou clorexidina a 2% não influenciaram na quantidade de dentina removida e não criaram novas microtrincas na dentina dos canais radiculares.

Palavras-chave: Dentina; Tratamento do Canal Radicular; Microtomografia por Raio-X.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the loss of structure and the formation of microcracks in root dentin after endodontic treatment with different mechanized instrumentation techniques and auxiliary irrigating chemical substance. For this *ex vivo* laboratory study, 40 (forty) single-rooted lower premolar teeth, Vertucci Class I, with straight roots were selected. The anatomical crowns of the selected teeth were removed with a double diamond disc to obtain a root remnant measuring 15 mm in length from the root apex. The samples were divided into 4 groups (n=10) according to the instrumentation system and auxiliary irrigating chemical substance, they are: 1. reciprocating regressive taper technique + 5.25% sodium hypochlorite; 2. reciprocating regressive taper technique + 2% chlorhexidine; 3. continuous taper reciprocating technique + 5.25% sodium hypochlorite; 4. continuous taper reciprocating technique + 2% chlorhexidine. The roots were scanned using a microtomography computer (SkyScan 1173 – Bruker, Kontich, Belgium) to check the initial and final (post-treatment) volume (mm³) of the root canals and determine the percentage of dentin removed. Two blinded evaluators analyzed cross-sectional images of the roots to identify the presence of dentin microcracks. Data on the amount of dentin removed were collected and subjected to analysis of Homogeneity of Variances (Levine's Test) and Normality Test (Shapiro-Wilk Test). They were then analyzed using the two-way ANOVA test. For all tests, a significance level of 5% was considered. The presence of microcracks was qualitatively analyzed. The two-factor ANOVA test did not demonstrate statistical significance for the results of mechanical preparation (p=0.229), auxiliary chemical solution (p=0.795) and for the correlation between mechanical preparation and auxiliary chemical solution (p=0.395). Analyzes of 29,646 cross-sectional images of root canals were carried out and the formation of new microcracks in the dentin of the root canals was not observed for any of the instruments evaluated. Instrumentation of the root canals with reciprocating regressive or continuous taper files and their irrigation with 5.25% sodium hypochlorite or 2% chlorhexidine did not influence the amount of dentin removed and did not create new microcracks in the dentin of the root canals.

Key-words: Dentin; Root Canal Therapy; X-Ray Microtomography

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	CAPÍTULO 1.....	12
3	CONCLUSÃO.....	37
	REFERÊNCIAS.....	38
	ANEXO.....	41

1. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico bem-sucedido é determinado pela limpeza, desinfecção e modelagem adequadas das paredes do canal radicular (PETERS, 2004; CECCHIN et al., 2017). A ação mecânica dos instrumentos nas paredes da dentina é fundamental para o preparo dos canais, enquanto o uso de uma solução química auxiliar (SQA) é necessária para obtenção da desinfecção (ZEHNDER, 2006; CECCHIN et al., 2017).

A SQA auxilia na remoção de restos de tecido pulpar, micro-organismos e raspas de dentina presentes nas irregularidades dos sistemas de canais radiculares (SCR). Para isso, é necessário escolher qual substância irrigadora utilizar, seja ela hipoclorito de sódio (NaOCl), gluconato de clorexidina (digluconato de clorexidina ou digliconato de clorexidina ou apenas clorexidina – CHX), ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), água ozonizada, entre outros (GOMES et al., 2001; GOMES, AVEIRO, KISHEN, 2023).

O hipoclorito de sódio nas concentrações entre 0,5% e 6% é a solução mais empregada como SQA (HAAPASALO et al., 2014), devido à sua capacidade distinta de dissolver tecido pulpar necrótico (WANG et al., 2017) e eficácia antimicrobiana de amplo espectro (DUTNER, MINES, ANDERSON, 2012), através da capacidade de romper biofilmes e inativar endotoxinas. Além disso, possui outras vantagens como baixo custo, fácil acesso, efeito clareador na dentina e desodorizante. A eficácia do NaOCl no canal radicular está fortemente relacionada ao volume e frequência de irrigação e concentração de cloro disponível. A solução pode se deteriorar com o tempo, com a exposição à luz e o calor e em contacto com o ar, metais, íons metálicos, bem como materiais orgânicos (GONCALVES et al., 2016).

Apesar de todas estas qualidades, apresenta como desvantagem o sabor e odor desagradável, instabilidade da solução, alta toxicidade e a possibilidade de redução das propriedades mecânicas da dentina (GOMES, AVEIRO, KISHEN, 2023).

Tais propriedades mecânicas da dentina radicular que podem ser afetadas pelo uso do NaOCl são a elasticidade, dureza, viscoelasticidade e resistência à fratura (ZHANG et al., 2014; SOUZA et al., 2014; CECCHIN et al., 2015). Além disso, seu uso pode promover alterações estruturais nos componentes inorgânicos e orgânicos do tecido, especialmente do colágeno (GHISI et al., 2015; CECCHIN et al., 2017), o que culmina em um efeito colateral indesejado por alterar irreversivelmente a estrutura da dentina (BARBOSA, SAFAVI, SPÅNGBERG, 1994).

A Clorexidina (CLX) é utilizada como SQA na concentração de 2% para a desinfecção do canal radicular (LANG E BRECX, 1986). Possui ausência de odor fétido e gosto ruim, eficácia contra biofilmes bacterianos, menor citotoxicidade quando

comparada a outras SQA e pode ser utilizada como medicação intracanal isoladamente ou em combinação com outras substâncias (GOMES, AVEIRO, KISHEN, 2023). A CLX também possui amplo espectro antimicrobiano, sendo bactericida contra bactérias gram-positivas e gram-negativas e anaeróbios facultativos e estritos (GOMES et al., 2001). Além disso, apresenta importante propriedade de substantividade, que é a capacidade de manter o efeito antimicrobiano na superfície da dentina por um longo período mesmo após a diminuição da sua concentração no local (MICHELOTTO et al., 2008). Já foi relatado que a mesma não interfere com o colágeno presente na matriz orgânica da dentina radicular; porém, pode afetar a união entre certos sistemas adesivos e a dentina (WACHLAROWICZ et al., 2007).

O avanço nos instrumentos utilizados para preparar o canal radicular e o surgimento das ligas de níquel e titânio (NiTi) minimizaram a perda de estrutura durante o tratamento endodôntico (YOLDAS e t al., 2012). Várias características das limas de NiTi, como diferentes tratamentos térmicos, metalurgia, desenhos de limas e cinemática, podem influenciar no aparecimento ou não de microtrincas dentinárias (KANSAL et al., 2014).

Em relação à cinemática, as limas reciprocantes possuem um movimento que alivia a tensão no instrumento por meio de movimentos que acontecem nos sentidos anti-horário e horário (MARTINS et al., 2019). O modo recíprocante reduz o desgaste do instrumento no canal radicular. Em relação aos instrumentos que fazem giro horário completo (rotatórios), estes apresentam uma melhora na vida útil dos instrumentos (PLOTINO et al., 2015). O movimento recíprocante acontece no sentido anti-horário de 150°, que é o que realiza o desgaste da parede do canal radicular, e com isso o instrumento avança na direção apical. Já o movimento de 30° no sentido horário garante o alívio do instrumento, diminuindo a tensão de torção (SIDDIQUE, NIVEDHITHA, 2019). Uma única lima na mecânica recíprocante, na maioria dos casos, pode ser suficiente para realizar o preparo do canal radicular em sistemas de canais radiculares únicos ou múltiplos (MARTINS et al., 2019). Esse fato garante um menor tempo clínico, que por sua vez proporciona maior conforto tanto para o paciente quanto para o profissional (SIDDIQUE, NIVEDHITHA, 2019).

A conicidade de um instrumento é denominada como *taper*. Cada lima possui uma determinada conicidade que se altera, a cada milímetro, iniciando pela ponta (*tip*) até o fim da parte ativa. Existem três tipos diferentes de *tapers*: contínuo, progressivo e regressivo. O *taper* contínuo apresenta a mesma conicidade a cada milímetro da lima da ponta até o final da parte ativa. O progressivo aumenta a conicidade a cada milímetro da ponta ativa até o final da parte ativa. Enquanto o regressivo diminui a conicidade a

cada milímetro da ponta até o final da parte ativa (SHYMA et al., 2023). A vantagem do *taper* regressivo é a preservação da dentina pericervical, localizada aproximadamente 4 mm acima e 4mm abaixo da crista óssea, o que diminui o risco de fratura dentária (SHYMA et al., 2023; CLARK, KHADEMI, 2010). Em contrapartida, o *taper* maior permite uma remoção mais profunda do tecido infectado e maior penetração da SQA. No entanto, pode enfraquecer a estrutura dentária e aumentar o risco de perfurações, desvio do canal e maiores possibilidades de formação de microtrincas (RUNDQUIST, VERSLUIS, 2006).

A microtomografia computadorizada (Micro-CT) possui a vantagem de permitir a visualização das estruturas anatômicas dentárias e avaliações volumétricas em nível qualitativo e quantitativo, sem destruição das amostras. O que torna viável uma nova perspectiva de pesquisa na área endodôntica, com uma técnica não invasiva para avaliação tridimensional dos sistemas de canais radiculares antes (pré-operatório) e depois (pós-operatório) de diferentes procedimentos (PETERS, PAQUÉ, 2011; VERSIANI et al., 2013), fazendo com que cada amostra atue como seu próprio controle (AGGARWAL et al., 2021). A metodologia de imagem de micro-CT possui uma alta resolução e permite reconstruir as seções transversais dos objetos, criando volumes virtuais tridimensionais que podem ser manipulados, seccionados e medidos (Loch et al., 2013). Atualmente é considerada a tecnologia de pesquisa mais importante para o estudo anatômico minucioso do sistema de canais radiculares e dos tecidos duros dos dentes (PETERS et al., 2000; VERSIANI et al., 2013). Permite visualizar microtrincas dentinárias em cortes transversais das raízes sob ampliação e iluminação com base microscópica (DE-DEUS et al., 2016).

A instrumentação e a irrigação podem afetar negativamente a dentina radicular (CECCHIN et al., 2017). Diante da possibilidade de ter a dentina radicular afetada negativamente por meio da instrumentação e irrigação, e diante da capacidade de análise minuciosa do sistema de canais radiculares antes e após o uso dos instrumentos e irrigantes, o presente estudo verificou, *in vitro*, o efeito de diferentes tratamentos mecânicos automatizados e diferentes soluções irrigantes na perda em volume (%) de estrutura dentinária radicular, verificando-se, também, a formação de microtrincas na superfície do tecido.

2 - CAPÍTULO 1

Artigo a ser submetido para o periódico Journal of Endodontics

Avaliação da perda de estrutura e formação de microtrincas na dentina radicular após diferentes tratamentos mecânicos automatizados e soluções irrigantes – Análise por Micro-CT

Carolyne Quintão Costa¹, Carolina Oliveira de Lima², Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda³, Hugo Lemes Carlo⁴

¹Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Instituto de Ciências da Vida. Universidade Federal de Juiz de Fora. Campus Governador Valadares – Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0001-9453-5564> carolynequintao@gmail.com

²Departamento de Odontologia. Instituto de Ciências da Vida. Universidade Federal de Juiz de Fora. Campus Governador Valadares – Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0003-2132-4373> c.oliveiradelima@ufjf.br

³ Departamento de Clínica Odontológica. Faculdade de Odontologia. Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora – Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-1534-0150> mariane.lacerda@ufjf.br

⁴ Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Instituto de Ciências da Vida. Universidade Federal de Juiz de Fora. Campus Governador Valadares – Minas Gerais, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-5111-7781> hugo.carlo@ufu.br

Autor de Correspondência:

Hugo Lemes Carlo

Universidade Federal de Uberlândia. Faculdade de Odontologia. Área de Dentística e Materiais Odontológicos

Avenida Pará, n.1720 - Bloco UMU4L. Bairro Umuarama

Uberlândia/MG

CEP: 38.405-320

RESUMO

Introdução: O objetivo deste estudo foi avaliar a perda de estrutura e a formação de microtrincas na dentina radicular após a realização de tratamento endodôntico com diferentes técnicas de instrumentação mecanizada e soluções irrigantes. **Métodos:** Quarenta pré-molares inferiores humanos unirradiculares foram divididos em 4 grupos (n=10): 1. técnica recíproca taper regressivo + hipoclorito de sódio a 5,25%; 2. técnica recíproca taper regressivo + clorexidina a 2%; 3. técnica recíproca taper contínuo + hipoclorito de sódio a 5,25%; 4. técnica recíproca taper contínuo + clorexidina a 2%. As raízes foram escaneadas por microtomógrafo para verificação do volume (mm³) inicial e final (pós-tratamento) e percentual de dentina removida, e análise de microtrincas dentinárias. Os dados de quantidade de dentina removida foram analisados através do teste ANOVA dois fatores (Two-Way ANOVA), **Resultados:** O teste ANOVA dois fatores não demonstrou significância estatística nos resultados de preparo mecânico (p=0.229), solução irrigante (p=0.795) e para a interação preparo mecânico x solução irrigante (p=0.395). Foram analisados 29.646 cortes transversais de imagens de canais radiculares e não observou a formação de microtrincas em dentina. **Conclusão:** A instrumentação dos canais radiculares com limas recíprocas de *taper* regressivo ou contínuo e a irrigação dos mesmos com as substâncias NaOCl ou CLX não influenciaram na quantidade de dentina removida e não criaram microtrincas no interior dos canais radiculares.

Palavras-chave: Dentina; Tratamento do Canal Radicular; Irrigantes do Canal Radicular; Instrumentos Odontológicos; Microtomografia por Raio-X.

INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico bem-sucedido é determinado pela limpeza, desinfecção e modelagem adequadas das paredes do canal radicular (1,2). A ação mecânica dos instrumentos nas paredes da dentina é fundamental para o preparo dos canais, enquanto o uso de uma solução química auxiliar (SQA) é necessária para obtenção da desinfecção (3,2).

O hipoclorito de sódio (NaOCl) nas concentrações entre 0,5% e 6% é a solução mais empregado como SQA (4), devido à sua capacidade distinta de dissolver tecido pulpar necrótico (5), e a sua eficácia antimicrobiana de amplo espectro (6). No entanto,

o NaOCl pode diminuir as propriedades mecânicas de elasticidade, dureza, viscoelasticidade e resistência à fratura da dentina (7,8,9) e promover alterações estruturais nos componentes inorgânicos e orgânicos da mesma, especialmente do colágeno (10,2). Este efeito colateral indesejado altera irreversivelmente a estrutura da dentina (11). Com a mesma proposta de desinfecção, a clorexidina (CLX) é utilizada como SQA na concentração de 2% para a desinfecção do canal radicular (12), pelo seu amplo espectro antimicrobiano e bactericida contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, anaeróbios facultativos e estritos (13). Além disso, apresenta a importante propriedade de substantividade (14).

No que tange ao preparo mecânico, o contato entre o instrumento e a parede do canal gera tensão na dentina e pode causar microtrincas e rachaduras (15). Os sistemas de instrumentação mecanizada de níquel-titânio (rotatórios e reciprocantes) foram incorporados aos tratamentos endodônticos, agregando benefícios como simplificação, otimização e preservação da forma original do canal (16,17). Dentre as cinemáticas existentes, a cinemática reciprocante permitiu a melhora da resistência à fadiga cíclica do instrumento, já que esse movimento não está sujeito à mesma tensão gerada na cinemática rotatória, por haver um alívio na tensão-compressão durante a instrumentação, o que diminui as chances de fratura (18).

As limas reciprocantes possuem um movimento que alivia a tensão no instrumento por meio de movimentos que acontecem nos sentidos anti-horário e horário (19). O movimento anti-horário de 150° promove o desgaste da parede do canal radicular, fazendo com que o instrumento avance no sentido apical. O movimento de 30° no sentido horário garante o alívio do instrumento, diminuindo a tensão de torção (20). Uma única lima pode ser suficiente para realizar o preparo do canal radicular em sistemas de canais radiculares únicos ou múltiplos (19). Este fato garante um menor tempo clínico, que por sua vez proporciona maior conforto tanto para o paciente quanto para o profissional (20).

A conicidade de um instrumento é denominada como *taper*. Cada lima possui uma determinada conicidade que se altera, a cada milímetro, iniciando pela ponta (*tip*) até o fim da parte ativa. Existem três tipos diferentes de *tapers*: contínuo, progressivo e regressivo. O *taper* contínuo apresenta a mesma conicidade a cada milímetro da lima da ponta até o final da parte ativa. O progressivo aumenta a conicidade a cada milímetro da lima da ponta ativa até o final da parte ativa. O regressivo diminui a conicidade a cada milímetro da ponta até o final da parte ativa (21).

A microtomografia computadorizada (micro-CT) permite a visualização das estruturas anatômicas dentárias e avaliações volumétricas em nível qualitativo e

quantitativo, sem destruição das amostras, com uma técnica não invasiva para avaliação tridimensional dos sistemas de canais radiculares antes (pré-operatório) e depois (pós-operatório) de diferentes procedimentos (22,23). A metodologia possui alta resolução e permite reconstruir as seções transversais dos canais, criando volumes virtuais tridimensionais que podem ser manipulados, seccionados e medidos (24). É considerada uma metodologia de pesquisa importante para o estudo anatômico do sistema de canais radiculares e dos tecidos duros dentais (25,23).

A instrumentação e a irrigação podem afetar negativamente a dentina e promover alterações estruturais nos componentes orgânicos e inorgânicos (2). Diante disso, o presente trabalho se propôs a verificar, através de análise por micro-CT, o efeito de diferentes preparos mecanizados do canal (reciprocante de *taper* regressivo e reciprocante de *taper* contínuo) e diferentes soluções irrigantes (NaOCl a 5,25% e CLX a 2%) na perda em volume (%) da estrutura dentinária radicular, verificando-se, também, a formação de microtrincas na superfície interna do tecido. A hipótese nula a ser testada é de que os diferentes métodos de tratamentos mecanizados e soluções irrigantes não interferirão no volume de tecido dentinário radicular removido, bem como na formação de microtrincas.

MATERIAIS E MÉTODOS

1 Materiais

O presente estudo utilizou duas soluções irrigantes: NaOCl a 5,25% (Asfer Indústria Química, São Caetano do Sul, SP, Brasil) e CLX a 2% (Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil) – Tabela 1.

Para instrumentação do canal radicular foram selecionados dois tipos de instrumentos mecanizados: reciprocante de *taper* regressivo (Recicrop Blue 40/06 – VDW, Munique, BY, Alemanha) e reciprocante de *taper* contínuo (X1 Blue 40/06 – MK Life, Porto Alegre, RS, Brasil). As limas foram acionadas pelo motor elétrico VDW Silver (VDW, Munique, BY, Alemanha) em modo reciprocante (18,26) – Tabela 1.

2 Seleção e preparo dos dentes

O presente projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFJF e aprovado através do CAE número 33597720.7.0000.5147 (**ANEXO I**). Para este estudo laboratorial *ex vivo* foram utilizados pré-molares humanos inferiores recém extraídos, por motivos não inerentes à pesquisa, provenientes de

biorrepositório. Foram selecionados 40 (quarenta) dentes pré-molares inferiores unirradiculares, Classe I de Vertucci, com raízes retas, ápice completamente fechado e sem tratamento endodôntico previamente realizado. Como critério de exclusão, dentes com sinais de cárie radicular, reabsorção radicular, fissuras ou fraturas radiculares, bem como raízes com curvatura tipo II e tipo III de Schneider, foram descartados. Em seguida, as coroas anatômicas dos dentes selecionados foram removidas com disco diamantado dupla face (KG Sorensen Ind. Com. Ltda., São Paulo, SP, Brasil) acoplado em peça de mão a baixa velocidade (Kavo do Brasil Ind., Joinville, SC, Brasil) para a obtenção de um remanescente radicular com 15mm de comprimento, mensurado do ápice a cervical com o auxílio de paquímetro digital (727-6/150 – Starrett, Itú, SP, Brasil).

3 Avaliação por microtomografia computadorizada (micro-CT)

A fim de determinar a anatomia inicial dos dentes e pareamento das amostras, no que tange o volume do canal e espessura dentinária, os dentes foram escaneados utilizando-se um aparelho de microtomografia computadorizada (Micro-CT – SkyScan 1173- Bruker, Kontich, FL, Bélgica) com os seguintes parâmetros: 114 kV e 70 mA, com filtro de alumínio 1mm de espessura, tempo de exposição de 320ms, passo de rotação de 1° e 360° em torno do eixo vertical. O tamanho do pixel foi de 14µm. Um total de quarenta imagens foram adquiridas. As imagens foram reconstruídas através do software NRecon (v1.6.1.0; Bruker, Kontich, FL, Bélgica). Os parâmetros de reconstrução foram: 5 de redução, uma correção de endurecimento do feixe de 50% e suavização de 5 para todas as imagens. O volume inicial do canal foi mensurado com o programa CtAn v 1.5.4.0 (Bruker-microCT). Nesse mesmo programa, foi mensurada e testada a normalidade dos parâmetros tridimensionais do volume inicial (mm³) dos canais, de maneira a permitir o pareamento das amostras. Com as projeções obtidas por micro-CT no programa Image J (NIH, Bethesda, MD, EUA) foram determinados o raio e o ângulo de curvatura dos canais e a confirmação da Classe I de Vertucci. Um espécime de cada grupo pareado foi randomicamente designado (www.random.org) para um dos 4 grupos (n=10) de acordo com o sistema de instrumentação e substância química auxiliar irrigadora:

1. Técnica recíproca *taper* regressivo + hipoclorito de sódio a 5,25%;
2. Técnica recíproca *taper* regressivo + clorexidina a 2%;
3. Técnica recíproca *taper* contínuo + hipoclorito de sódio a 5,25%;
4. Técnica recíproca *taper* contínuo + clorexidina a 2%;

4 *Preparo químico mecânico (PQM)*

O comprimento de trabalho (CT) foi estabelecido introduzindo-se uma lima Kerr número 10 (Dentsply/ Maillefer S.A., Ballaigues, VD, Suíça) no interior do canal até que sua ponta pudesse ser vista no forame apical. O cursor da lima foi então ajustado na borda oclusal e o instrumento removido do canal. A distância da ponta do instrumento ao cursor foi medida com régua milimetrada (Odous de Deus, Belo Horizonte, MG, Brasil) e, da medida obtida foi subtraído 1 mm, obtendo-se assim o CT de cada raiz. Com o intuito de simular a resistência imposta pelo ligamento periodontal e ainda permitir a formação do vapor “lock” no canal, os ápices foram selados por meio de Top Dam (FGM, Joinville, SC, Brasil). Na sequência, os dentes foram instrumentados por um único operador, especialista em Endodontia. Cada instrumento, em cada grupo, foi utilizado uma única vez. Limas Kerr números 15 e 20 manuais foram usadas para criar o glide path. Durante o PQM, a cada troca do instrumento do canal (glidepath), o canal foi irrigado com 5mL da SQA.

Os canais foram irrigados utilizando-se as soluções de NaOCl a 5,25% (Asfer Indústria Química, São Caetano do Sul, SP, Brasil) ou clorexidina 2% (Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil). Para a irrigação foram utilizadas seringas tipo Luer (Chedun, Xangai, China) de 5 mL equipadas com agulhas NaviTip calibre 30 “gauge” (Ultradent Products Inc., Indaiatuba, SP, Brasil). A agulha foi inserida no canal até 2 mm do CT e a irrigação foi realizada por 30s. A SQA foi injetada com a seringa e aspirada com cânula de sucção (Indusbello, Londrina, PR, Brasil). O CT foi recapitulado nesse momento com a lima Kerr número 10 utilizada para obter a patência foraminal. O mesmo volume final de irrigante (20 mL) foi usado para todos os grupos. O tempo de irrigação durante o PQM com o instrumento a ser testado foi de 2 minutos para todos os grupos. Ao final, o Top Dam foi removido, as amostras foram irrigadas com soro fisiológico (Rioquímica, São José do Rio Preto, SP, Brasil) durante 30s com agulha inserida a 2mm do CT, e os dentes foram imediatamente armazenados em água destilada a 37°C **(ANEXO II)**.

4.1 *Técnica Mecânica Reciprocante de taper regressivo*

O PQM foi realizado por meio de instrumentação com o sistema Reciproc Blue (40/06) (VDW, Munique, BY, Alemanha) no CT, operando em contra-ângulo 6:1

acoplado ao motor elétrico VDW Silver (VDW, Munique, BY, Alemanha) em modo recíprocante, de acordo com as recomendações do fabricante. A instrumentação foi conduzida em três momentos, de acordo com os terços cervical, médio e apical. Para cada terço, foram realizados três movimentos de *pecking motion* com avanços de 2-5mm, durante 10s, seguidos de irrigação. A cada terço, o instrumento foi limpo com uma gaze no sentido contrário às espiras. A cada três amostras preparadas o instrumento foi substituído por um novo.

4.2 Técnica Mecânica Recíprocante de taper contínuo

Os canais foram instrumentados por meio do sistema X1 Blue 40/06 (Mk Life, Porto Alegre, RS, Brasil) no CT, operando em contra-ângulo 6:1 acoplado ao motor elétrico VDW Silver (VDW, Munique, BY, Alemanha) em modo recíprocante, de acordo com as recomendações do fabricante. A instrumentação foi conduzida em três momentos, de acordo com os terços, cervical, médio e apical. Para cada terço, foram realizados três movimentos de *pecking motion* com avanços de 2-5mm, durante 10s, seguido de irrigação. A cada terço, o instrumento foi limpo com uma gaze no sentido contrário às espiras. A cada três amostras preparadas, o instrumento foi substituído por um novo.

5 Determinação dos volumes finais

As amostras foram escaneadas novamente após intervenção (instrumentação do canal radicular) utilizando-se o mesmo aparelho de micro-CT e com os mesmos parâmetros da análise pré-operatória. Um total de quarenta imagens foram adquiridas. As imagens foram reconstruídas através do software NRecon (v1.6.1.0; Burker, Kontich, Bélgica) com os mesmos parâmetros de reconstrução pré-operatória. O volume final (após instrumentação) do canal foi mensurado com o programa CtAn v 1.5.4.0 (Burker-microCT). Nesse mesmo programa, foi mensurada e testada a normalidade dos parâmetros tridimensionais do volume final (mm³), após instrumentação, dos canais.

6 Determinação do percentual de dentina removida

Os resultados de análise do percentual de dentina removida, após a realização do PQM com os diferentes instrumentos e SQA, foram analisados estatisticamente utilizando-se um software (Jamovi – Version 2.3, Sydney, NSW, Austrália) e submetidos a análise de Homogeneidade de Variâncias (Teste de Levine) e Teste de Normalidade (Teste de Shapiro-Wilk). Em seguida foram analisados através do teste ANOVA dois fatores (Two-Way ANOVA). Para todos os testes foi considerado nível de significância de 5%.

7 Determinação das microtrincas

O *software* 3D *Slicer* 4.4.0 (www.slicer.org) foi utilizado para registrar os modelos tridimensionais (3D) pré e pós-instrumentação. Em seguida, dois examinadores pré-calibrados e sem conhecimento prévio da metodologia do presente estudo, avaliaram imagens transversais das raízes, para identificar a presença de microtrincas dentinárias, desde o nível do corte coronal até o ápice radicular. Um quadro apropriado, fornecido pelo pesquisador responsável, quanto a presença ou ausência de microtrincas, de acordo com a escala de cinco pontos: 1- definitivamente ausente, 2- provavelmente ausente, 3- incerteza, 4- provavelmente presente, 5- definitivamente presente, foi assinalado pelos examinadores (**ANEXO 3**). Os examinadores, individualmente, analisaram os cortes de micro-CT. Para validar o processo, as análises de imagem foram repetidas por duas vezes pelos examinadores, com intervalo de duas semanas. Em caso de divergência entre os examinadores, a imagem foi reavaliada e decidida por consenso entre eles (27). Foi realizado cálculo do índice Kappa para análise de concordância entre os examinadores. Foi considerado nível de significância de 5%.

A primeira análise foi realizada nas imagens após o preparo do canal e o número da seção transversal em que a microtrinca dentinária foi observada foi registrado. Em seguida, as imagens transversais pré-operatórias também foram examinadas para verificar a pré-existência de microtrincas.

RESULTADOS

1 Determinação do percentual de dentina removida

Os dados de análise de dentina removida em volume (%), após a realização do preparo mecânico com os diferentes instrumentos, variando-se as SQA, apresentaram

Homogeneidade de Variâncias ($p=0.222$) e distribuição normal ($p=0.633$). Quando submetidos ao teste ANOVA de dois fatores (Two-Way ANOVA) não se verificou significância estatística para os resultados de preparo mecânico ($p=0.229$), SQA ($p=0.795$) e para a correlação preparo mecânico x substância química auxiliar ($p=0.395$). Apesar de não apresentar diferença estatística entre os grupos quanto ao percentual de dentina removida, todos os grupos apresentaram baixo percentual de remoção de dentina. Os resultados de volume de dentina inicial (mm^3), volume de dentina final (mm^3), volume de dentina removida (mm^3 e %) estão apresentados na Tabela 2.

2 Presença de microtrincas

O índice Kappa interexaminador foi de 0.88, demonstrando boa concordância. Foram realizadas análises de 29.646 cortes transversais de imagens, observando-se que 7.338 cortes (24,8%) apresentaram microtrincas dentinárias. Todas as microtrincas identificadas após o preparo dos canais estavam presentes nas imagens antes do preparo dos canais, não se verificando a formação de novas trincas após o preparo com os diferentes instrumentos de preparo utilizados e soluções irrigantes (**FIGURAS 1 e 2**).

As amostras preparadas com o sistema Reciproc Blue (*taper* regressivo) apresentaram microtrincas dentinárias em 2001 cortes (26,9%) de um total de 7.447 após a irrigação com NaOCl. As microtrincas foram observadas em 1.024 (13,9%) de um total de 7.374 cortes transversais após irrigação com clorexidina. Já nos grupos preparados com o sistema X1 blue, as microtrincas dentinárias foram visualizadas em 1.667 (22,7%) de um total de 7.350 após a irrigação com NaOCl, e em 2.646 (35,4%) de um total de 7475 cortes transversais após irrigação com a clorexidina.

DISCUSSÃO

O presente estudo utilizou análise de micro-CT para avaliar a quantidade de dentina radicular removida quando realizado preparo do canal, de forma mecanizada, com diferentes instrumentos reciprocantes e substância química auxiliar de pré-molares inferiores. Também foi verificado a formação de microtrincas na região do canal

radicular. A hipótese nula a ser testada foi a de que os diferentes métodos de tratamento mecanizado e substâncias químicas auxiliares não interfeririam nos resultados a serem obtidos e tal fato foi comprovado.

A semelhança encontrada na quantidade de dentina removida entre as diferentes conicidades dos instrumentos, pode ser justificada pelo pareamento da amostra previamente à instrumentação, onde dentes com semelhantes anatomias foram utilizados para diferentes tipos de instrumentos. Tal fato está em consonância com estudos previamente realizados (28,29) que demonstraram a influência da anatomia do canal no resultado do preparo do canal radicular, em que variações na geometria dos canais antes dos procedimentos de modelagem são capazes de causar maior impacto no desfecho do que as técnicas de instrumentação.

Ainda sobre o desgaste de paredes dentinárias, baseando-se no conceito de endodontia minimamente invasiva (EMI) (30), que visa manter o máximo de estrutura dentária possível em um tratamento endodôntico, têm ressaltado a importância em se preservar pelo menos 1 mm de dentina radicular em toda a extensão do canal após a conclusão dos procedimentos intrarradiculares, para que as raízes não sejam acometidas por perfurações na zona de perigo ou sujeitas à fraturas radiculares (31, 32, 33). Para tanto, tem sido sugerido estratégias como diminuição de *taper* e *tip*, instrumentos feitos com diferentes desenhos de geometria e propriedades metalúrgicas (34,35).

No atual trabalho, observou-se um desgaste mínimo da dentina após a instrumentação dos canais, mesmo após o uso de conicidade contínua. Almeida et al., (36) demonstraram que instrumentos de conicidade regressiva podem causar menor remoção de dentina radicular cervical quando comparados com instrumentos de conicidade contínua. O alargamento apical com conicidade contínua pode gerar um aumento do desgaste de dentina do terço médio e cervical e predispor à fratura radicular vertical. No entanto, o presente trabalho, está de acordo com o limite de segurança estabelecido pela literatura, para ambos os grupos de instrumentos avaliados, o qual não deve ultrapassar 40% do diâmetro inicial do canal, devido ao risco de fratura radicular (37).

Outros fatores que influenciam os preparos radiculares são decorrentes da relação complexa entre desenho da seção transversal, ângulo helicoidal, metalurgia, tratamento de superfície e cinemática de movimento mecanizado (38), que podem estar ligados à capacidade de corte de um instrumento endodôntico. Apesar dos instrumentos mecanizados utilizados no presente trabalho apresentarem *taper* regressivo de seção transversal tipo S (26) e *taper* contínuo de seção transversal

triangular convexa (18), os mesmos podem não ter sido capazes de tocarem todas as paredes do canal de dentes pré-molares inferiores que possuem, na sua maioria, canais com formato oval, justificando desse modo, o baixo percentual de dentina removida pelos instrumentos do presente trabalho.

Embora uma comparação direta não seja viável de ser executada devido às diferenças de análises (aumento de volume de canal e áreas não preparadas) um estudo previamente realizado (39) demonstrou concordância ao encontrado nesse trabalho, ao verificar que lima rotatória com seção transversal tipo S e lima recíprocante com seção transversal tipo S, finalizando o preparo com *taper* 40 e *tip* 06 (40/06), em pré-molares inferiores contralaterais não apresentaram diferença estatística significativa, em ambos os grupos para o aumento no volume do canal e na área de superfície. Tais resultados foram obtidos, provavelmente, devido ao fato de dentes pré-molares inferiores possuírem canais com formato oval, um desafio para a técnica de instrumentação devido à incapacidade dos instrumentos de tocarem todas as paredes do canal, principalmente para os instrumentos mecanizados, que produzem um canal de formato redondo, sempre permanecendo áreas não tocadas pelo instrumento (40). Para reduzir essas áreas não preparadas e potencializar a instrumentação, modificações em instrumentos e técnicas têm sido propostas (41).

A evolução das ligas metálicas e o surgimento de instrumentos com diferentes geometrias e mecanismos de ação, além de minimizar essa problemática, permitiu o uso de uma única lima para instrumentação de todo o canal, o que tornou a etapa clínica do preparo mecânico mais ágil. Entretanto, a solução irrigadora passou a ter menos contato com as paredes do canal, o que acarretou menor tempo de ação e menor volume de irrigante a ser utilizado (42).

Uma possível alternativa para compensar tal fato seria o de se aumentar a concentração das soluções utilizadas para irrigação (42). Apesar de não ser o objeto deste estudo, o uso rotineiro do NaOCl em uma maior concentração pode apresentar-se mais eficaz para a desinfecção dos canais radiculares, quando associado a preparos mecanizados com limas únicas. A concentração de 5,25% tem sido proposta devido à sua capacidade de descontaminação mais eficaz e durável, causando inibição completa do crescimento bacteriano, o que é fundamental para o sucesso da terapia endodôntica (43,44). Em contrapartida, a literatura demonstra que concentrações acima de 3% são capazes de alterar significativamente as propriedades mecânicas da dentina (28), e causar o aumento da taxa de dissolução do colágeno (29).

Discordando dos estudos previamente realizados, neste trabalho a estrutura dentinária parece não ter sido afetada pelo uso de tal concentração, pois verificou-se que o seu uso não aumentou a quantidade de dentina removida, quando comparados aos resultados da CLX a 2%. Tal fato pode estar alicerçado pelo menor tempo de contato entre a SQA e a dentina, por ser tratar de instrumento único e de uso ágil. Esse achado, além de permitir que o uso de SQA não interfira nas propriedades químicas da dentina, também não interfere nas propriedades químicas das SQA, pois analisando 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 (45) 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. Dessa forma, pode-se extrapolar o presente achado para a clínica, uma vez que diminuindo o efeito da SQA sobre a dentina não há impacto deletério na desinfecção ou nas propriedades dentinárias.

Ainda se tratando dos efeitos causados pelo preparo químico mecânico com instrumentos mecanizados, estudos recentes têm trazido alguns questionamentos a respeito de defeitos tais como microtrincas dentinárias (27, 46, 47). Essas microtrincas, ao se prolongarem, assim como o excesso de remoção dentinária, 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 (48).

Apesar de facilitar e acelerar a instrumentação endodôntica, o movimento recíprocante tem sido questionado quanto a sua capacidade de promover microtrincas dentinárias, que podem culminar na perda do dente (49). No presente trabalho, dois sistemas mecanizados foram avaliados quanto a formação de microtrincas após o PQM e, para todos os grupos avaliados, as microtrincas identificadas após o preparo dos canais estavam presentes nas imagens antes do preparo dos canais, não se verificando a formação de novas trincas após o preparo com os diferentes instrumentos de preparo utilizados e soluções irrigantes.

Dois estudos de revisão sistemática (50, 51) não correlacionaram a cinemática da instrumentação com a formação de microtrincas dentinárias, corroborando os achados do presente estudo. Um estudo (52) também observou que o uso de diferentes instrumentos para preparo do canal radicular não pôde ser relacionado com formação de trincas, mesmo quando preparados até o tamanho de *tip* 40. Ainda nessa visão, autores (52, 53) sugeriram que tais defeitos são formados por condições de

armazenamento e/ou pelos procedimentos de extração, uma vez que microtrincas pós-intervenção já eram pré-existentes ao tratamento realizado e justificaram este resultado pelas amostras terem sido obtidas de um biobanco, o qual não possuía informações sobre o motivo ou forma de extração dos dentes. Tais resultados são condizentes com o deste estudo, pois verifica-se que diferentes técnicas e substâncias químicas auxiliares utilizadas não influenciaram na formação ou aumento da microtrincas pré-existentes. O presente estudo ter sido realizado em dentes *ex vivo*, decorrentes de biobanco, sem se conhecer os motivos prévios da exodontia são aqui enaltecidos como uma limitação do trabalho. No entanto, estudos futuros *in vivo*, envolvendo diferentes instrumentos reciprocantes e diferentes SQA em dentes imediatamente antes de suas extrações por indicações ortodônticas, devem ser encorajados.

Da mesma forma, se faz necessária mais investigações sobre as diferentes soluções irrigadoras NaOCl e CLX e os diferentes instrumentos reciprocantes em relação ao *taper* regressivo e contínuo, seções transversais, principalmente em relação a instrumentação em diferentes formatos de canal visto que isso pode influenciar nas diferenças de desgaste da dentina radicular.

Com base nos resultados do presente estudo é possível concluir que os diferentes instrumentos mecanizados e substâncias químicas auxiliares utilizadas não influenciaram na quantidade de dentina radicular removida durante o preparo químico mecânico dos canais radiculares de pré-molares unirradiculares inferiores, sendo baixa essa remoção para todos os grupos avaliados. Da mesma forma, os diferentes protocolos não influenciaram na formação de microtrincas no interior dos canais.

REFERÊNCIAS

1. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. J Endod 2004; 30: 559-567. <https://doi.org/10.1097/01.don.0000129039.59003.9d>.
2. Cecchin D, Giaretta VS, Cadorin BG, Souza MA, Vidal CMP, Farina AP. Effect of

- synthetic and natural-derived novel endodontic irrigant solutions on mechanical properties of human dentin. *J Mater Sci Mater Med* 2017 Aug 17; 28: 141. <https://doi.org/10.1007/s10856-017-5960-1>
3. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 2006; 32: 389-398. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2005.09.014>
 4. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. "Irrigation in endodontics". *Br Dent J* 2014; 216: 299-303. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.204>
 5. Wang TF, Feng XW, Gao YX, Wang M, Wang YN, Sa Y, Jiang T. Effects of different concentrations and exposure time of sodium hypochlorite on the structural, compositional and mechanical properties of human dentin. *J Huazhong Univ Sci Technolog Med Sci* 2017; 37: 568-576. <https://doi.org/10.1007/s11596-017-1774-0>
 6. Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *J Endod* 2012; 38: 37-40. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.08.013>
 7. Zhang YR, Du W, Zhou XD, Yu HY. Review of research on the mechanical properties of the human tooth. *International Journal of Oral Science* 2014; 6: 61–69. [doi:10.1038/ijos.2014.21](https://doi.org/10.1038/ijos.2014.21)
 8. Souza EM, Calixto AM, Lima CN, Pappen FG, De-Deus G. Similar influence of stabilized alkaline and neutral sodium hypochlorite solutions on the fracture resistance of root canal-treated bovine teeth. *J Endod* 2014; 40: 1600-3. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.028>
 9. Cecchin D, Farina AP, Souza MA, Albarello LL, Schneider AP, Vidal CMP, Bedran-Russo AK. Evaluation of antimicrobial effectiveness and dentine mechanical properties after use of chemical and natural auxiliary irrigants. *Journal of dentistry, J Dent* 2015; 43: 695-702. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2015.03.013>
 10. Ghisi AC, Kopper PMP, Baldasso FER, Stürmer CP, Rossi-Fedele G, Steier L, José Figueiredo AP, Morgental RD, Vier-Pelisser FV. Effect of Superoxidized Water and Sodium Hypochlorite, Associated or Not with EDTA, on Organic and Inorganic Components of Bovine Root Dentine. *J Endod* 2015; 41: 925-930. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.01.039>
 11. Barbosa SV, Safavi KE, Spångberg SW. Influence of sodium hypochlorite on the

- permeability and structure of cervical human dentine. *Int Endod J* 1994; 27: 309-312. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.1994.tb00274.x>
12. Lang NP, Brex, MC. Chlorhexidine digluconate: an agent for Chemical plaque control and prevention of gingival inflammation. *Journal of Periodontal Research* 1986, 21: 74-89. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0765.1986.tb01517.x>
13. Gomes BP, Ferraz CC, Vianna ME, Berber VB, Teixeira FB, Souza FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. *Int Endod J* 2001; 34:424-428. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00410.x>
14. Michelotto ALC, Andrade BM, Silva Júnior AJ, Sydney GB. Clorexidina na terapia endodôntica. *Revista Sul-Brasileira de Odontologia* 2008; 5: 77-89. <https://doi.org/10.21726/rsbo.v5i1.1264>
15. 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; 38: 232-5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.10.011>
16. Marzouk AM, Ghoneim AG. Computed tomographic evaluation of canal shape instrumented by different kinematics rotary nickel-titanium systems. *J Endod* 2013; 39: 906–9. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.023>
17. Zhao D, Shen Y, Peng B, Haapasalo M. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel- titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. *J Endod* 2014; 40: 1860–1864. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.06.023>
18. Silva E, Lima CO, Vieira V, Antunes H, Moreira E JL, Versani M. Cyclic Fatigue and Torsional Resistance of Four Martensite-Based Nickel Titanium Reciprocating Instruments. *Eur Endod J*. 2020; 5: 231-235. <https://doi.org/10.14744/eej.2020.16878>
19. Martins CM, Batista VES, Souza ACA, Andrada AC, Mori GG, Gomes Filho JE. Reciprocating kinematics leads to lower incidences of postoperative pain than rotary kinematics after endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial. *J Conserv Dent*. 2019; 22: 320–331. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_439_18
20. Siddique R, Nivedhitha MS. Effectiveness of rotary and reciprocating systems on microbial reduction: A systematic review *J Conserv Dent*. 2019 Mar-Apr; 22(2): 114–

122. J Conserv Dent 2019; 22:114-122. https://doi.org/10.4103/JCD.JCD_523_18
21. Shyma P, Mathew J, George L, Vineet RV, SINJU P, JOY A. Comparative evaluation of pericervical dentin preservation and fracture resistance of root canal treated teeth with rotary endodontic file systems of different types of taper – An in vitro study. 2023 Journal of Conservative Dentistry and Endodontics. J Conserv Dent Endod 2023; 26: 429-433. https://doi.org/10.4103/jcd.jcd_255_23
22. Peters AO, Paqué F. Root canal preparation os maxillary molars. J Endod 2011 Jan; 37: 53-7. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.047>
23. Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and ProTaper Universal systems. J Endod 2013; <https://doi.org/1060-1066>. doi: 10.1016/j.joen.2013.04.009
24. Loch C, Schwass DR, Kieser JA, Fordyce RE. Use of micro-computed tomography for dental studies in modern and fossil odontocetes: potential applications and limitations. NAMMCO Scientific Publications 2013, 10:1–24. <https://doi.org/10.7557/3.2616>
25. Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three- dimensional analysis of root canal geometry by high- resolution computed tomography. J Dent Res 2000; 79: 1405-1409. <https://doi.org/10.1177/00220345000790060901>
26. Yared, G. Reciproc blue: the new generation of reciprocation. Giornale Italiano di Endodonzia 2017; 31:96-101. <https://doi.org/10.1016/j.gien.2017.09.003>
27. De-Deus G, Belladonna FG, Souza EM et al. Microcomputed tomographic assessment on the effect of ProTaper Next and Twisted File Adaptive systems on dentinal cracks. Journal of Endodontics 2015; 41:1116–865. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.02.012>
28. Peters OA, Schonenberger K, Laib A. Efects of four NiTi preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. International Endodontic Journal. Int Endod J. 2001a; 34: 221-30. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2591.2001.00373.x>.
29. Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. J Endod 2001b; 27:1-6. <https://doi.org/10.1097/00004770-200101000-00001>

30. Clark D.; Khademi J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. *Dent Clin North Am* 2010; 54: 249-273. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2010.01.001>
31. Haddix JE, Mattison GD, Shulman CA, Pink FE. Post preparation techniques and their effect on the apical seal. *J Prosthet Dent* 1990; 64: 515-519. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(90\)90119-w](https://doi.org/10.1016/0022-3913(90)90119-w)
32. Sant'Anna Júnior A, Cavenago BC, Ordinola-Zapata R, De-Deus G, Bramante CM, Duarte MAH. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems. *Comparative Study J Endod* 2014; 40: 1855-1859. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.06.020>
33. Peters OA, Arias A, Paqué F. A micro-computed tomographic assessment of root canal preparation with a novel instrument, TRUShape, in mesial roots of mandibular molars. *J Endod.* 2015 Sep;41(9):1545-50. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.06.007>
34. Paque F, Ganahl D, Peters AO. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod* 2009; 35: 1056-1059. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.04.020>
35. Zogheib C, Sfeir G, Plotino G, Deus G, Daou M, Khalil I. Impact of minimal root canal taper on the fracture resistance of endodontically treated bicuspid. *J Int Soc Prev Community Dent* 2018; 8: 179-183. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_88_18
36. Almeida BM, Provenzano JC, Marceliano-Alves MF, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Matching the dimensions of currently available instruments with the apical diameters of mandibular molar mesial root canals obtained by microcomputed tomography. *J Endod* 2019; 45:756-760. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.03.001>.
37. Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *J Endod.* 1997; 23:533-544. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(97\)80316-0](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(97)80316-0)
38. Capar ID, Ertas H, Ok E, Arslan H, Ertas ET (2014) Comparative study of different novel nickel-titanium rotary systems for root canal preparation in severely curved root canals. *J Endod* 2014 ; 40: 852-856. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.10.010>.
39. Guimarães LS, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, Cunha RS, Provenzano JC, Siqueira JF Jr. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using

- nickel–titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod* 2010; 36: 703-707. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.020>
40. Paque F, Balmer M, Attin T, Peters OA. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel–titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. *J Endod* 2010; 36: 703-707. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.020>
41. Siqueira JF Jr, Alves FRF, Versiani MA, Rôças IN, Almeida BM, Neves MAS, Sousa-Neto MD. Correlative bacteriologic and micro-computed tomographic analysis of mandibular molar mesial canals prepared by self-adjusting file, reciproc, and twisted file systems *J Endod* 2013; 39:1044-1050. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.034>.
42. Demenech LS, Tomazinho FSF, Baratto-Filho F, Brancher JA, Pereira LF, Gabardod, MCL. Biocompatibility of the 8.25% sodium hypochlorite irrigant solution in endodontics: An in vivo study. *Microsc Res Tech* 2021; 84: 1506-1512. <https://doi.org/10.1002/jemt.23706>
43. Golob BS, Olivi G, Vrabec M, Feghali R. El, Parker S., and Benedicenti S. “Efficacy of photon-induced photoacoustic streaming in the reduction of *Enterococcus faecalis* within the root canal: different settings and different sodium hypochlorite concentrations,” *J Endod* 2017; 43: 1730–1735. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.05.019>
44. Reyhani MF, Rezagholizadeh Y, Narimani MR, Rezagholizadeh L, Mazani M, Barhaghi MHS, Mahmoodzadeh Y. “Antibacterial effect of different concentrations of sodium hypochlorite on *Enterococcus faecalis* biofilms in root canals,” *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects* 2017, 11: 215–221. <https://doi.org/10.15171/joddd.2017.038>
45. Alves FRF, Rôças IN, Almeida BM, M. Neves AS, Zoffoli J, Siqueira Jr JF. Quantitative molecular and culture analyses of bacterial elimination in oval-shaped root canals by a single-file instrumentation technique. *Int Endod J* 2012; 45:871–877. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2012.02045.x>
46. De-Deus G, Silva EJNL, Marins J, Souza E, Neves AA, Belladonna FG, Alves H, Lopes RT, Versiani MA. Lack of Causal Relationship between Dentinal Microcracks and Root Canal Preparation with Reciprocation Systems. *J Endod* 2014; 40:1447-1450. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.02.019>

47. 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. *Comparative Study Clin Oral Investig* 2017; 21:405-411. <https://doi.org/10.1007/s00784-016-1806-3>
48. 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; 46:763-768. <https://doi.org/10.1111/iej.12056>
49. Marceliano-Alves MFV, Sousa-Neto MD, Fidel SR, Steier L, Robinson JP, Pécora JD, Versiani MA. Shaping ability of single-file reciprocating and heat-treated multifile rotary systems: a micro-CT study. *Comparative Study Int Endod J* 2015; 48:1129-1136. <https://doi.org/10.1111/iej.12412>
50. Valle AD, Dotto L, Morgental RD, Pereira-Cenci T, Pereira GK, Sarkis-Onofre R. Influence of root canal preparation on formation of dentinal microcracks: A systematic review. *Braz Dent J* 2020; 31: 201-220. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202002652>
51. Nagendrababu V, Aly Ahmed HM. Shaping properties and out - comes of nickel-titanium rotary and reciprocation systems using micro-computed tomography: A systematic review. *Quintessence Int.* 2019; 50: 186–195. <https://doi.org/10.3290/j.qi.a41977>
52. De-Deus G, Cavalcante DM, Belladonna FG, Carvalhal J, Souza EM, Lopes RT, Versiani MA, Silva EJNL, Dummer PMH. Root dentinal microcracks: A post-extraction experimental phenomenon? *Int Endod J* 2019; 52:857-865. <https://doi.org/10.1111/iej.13058>
53. Almeida A, Romeiro K, Cassimiro M, Gominho L, Dantas E, Silva S, Albuquerque D. Micro-CT analysis of dentinal microcracks on root canals filed with a bioceramic sealer and retreated with reciprocating instruments. *Sci Rep* 2020; 10: 15264. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71989-6>

Tabela 1 – Diferentes preparos mecânicos recíprocos e substâncias químicas auxiliares utilizadas.

Substância Química Auxiliar	Sistemas mecanizados (Lote)
Hipoclorito de sódio 5,25%	Recíproco <i>taper</i> regressivo Reciproc Blue 40/06 (20201013)
Clorexidina 2%	Recíproco <i>taper</i> contínuo X1 Blue 40/06 (336765)

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

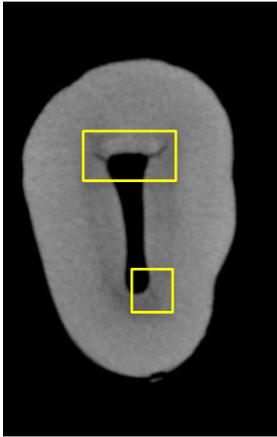
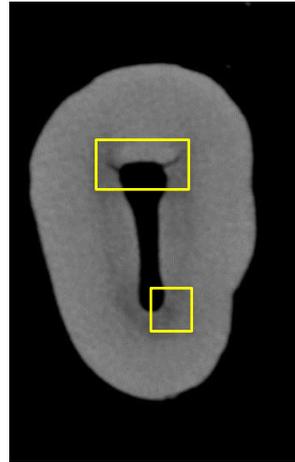
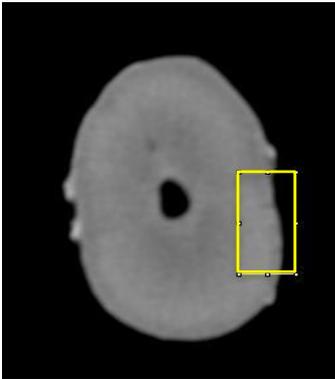
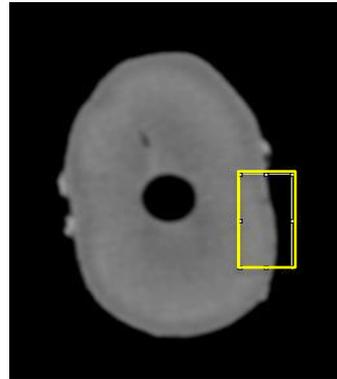
Tabela 2 – Resultados de volume de dentina inicial (mm³), volume de dentina final (mm³), volume de dentina removida (mm³ e %) de acordo com os diferentes preparos mecânicos recíprocos e substâncias químicas auxiliares utilizadas.

	Volume de Dentina Inicial (mm³)	Volume de Dentina Final (mm³)	Volume de Dentina Removida (mm³)	Volume de Dentina Removida (%)*
RCB – CLX	187,9 (±38,7)	184,9 (±38,3)	3,0 (±1,1)	1,6 (±0,5)
RCB NaOCl	186,0 (±42,0)	183,5 (±41,9)	2,6 (±0,8)	1,4 (±0,5)
X1 – CLX	183,8 (±39,8)	180,7 (±39,6)	3,1 (±1,0)	1,7 (±0,6)
X1 – NaOCl	177,3 (±23,8)	174,2 (±23,9)	3,2 (±1,4)	1,8 (±0,8)

*Não se verificou diferença estatística significativa para os resultados de volume de dentina removida (%) – $p > 0,05$ (ANOVA dois fatores).

Fonte: elaborado pelo autor (2023).

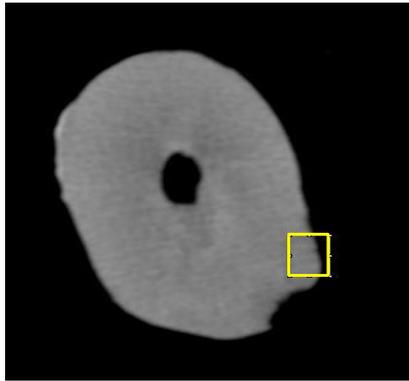
FIGURA 1: Imagem representativa dos cortes transversais dos dentes, antes e após o preparo químico: A1 - Reciproc Blue e NaOCl antes, A2 - Reciproc Blue e NaOCl depois, B1 - Reciproc Blue e clorexidina, antes. B2 - Reciproc Blue e clorexidina, depois.

A1**A2****B1****B2**

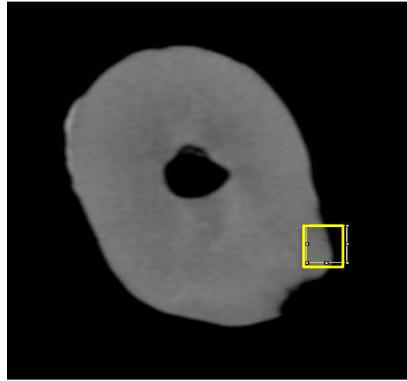
Fonte: próprio autor, 2024

FIGURA 2: Imagem representativa dos cortes transversais dos dentes, antes e após o preparo químico: C1 - X1 Blue e NaOCl, antes. C2 - X1 Blue e NaOCl, depois. D1 - Reciproc Blue e clorexidina, antes. D2 - X1 Blue e clorexidina, depois.

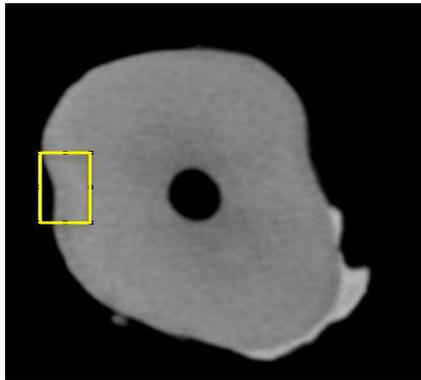
C1



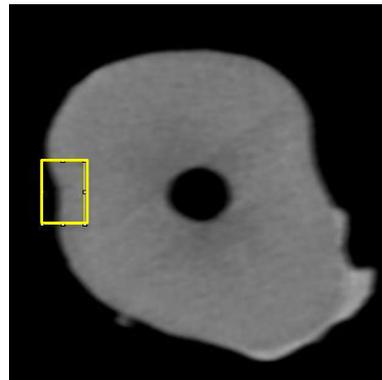
C2



D1



D2



Fonte: próprio autor, 2024

ANEXO I: PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise de propriedades mecânicas da dentina radicular após tratamento endodôntico

Pesquisador: Hugo Lemes Carlo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 33597720.7.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.113.970

Continuação do Parecer: 4.113.970

Básicas do Projeto	ETO_1564131.pdf	15:57:59		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Analise_de_propriedades_mecanicas_da_dentina_radicular_apos_tratamento_endodontico_2.pdf	15/06/2020 15:57:21	Hugo Lemes Carlo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Projeto_Larisse.pdf	12/06/2020 12:37:39	Hugo Lemes Carlo	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Declaracao_de_BIORREPOSITORIO_Projeto_Larisse_2.pdf	12/06/2020 12:36:58	Hugo Lemes Carlo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_de_Infraestrutura_Projeto_Larisse_2.pdf	12/06/2020 12:35:39	Hugo Lemes Carlo	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Projeto_Larisse.pdf	12/06/2020 12:32:44	Hugo Lemes Carlo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

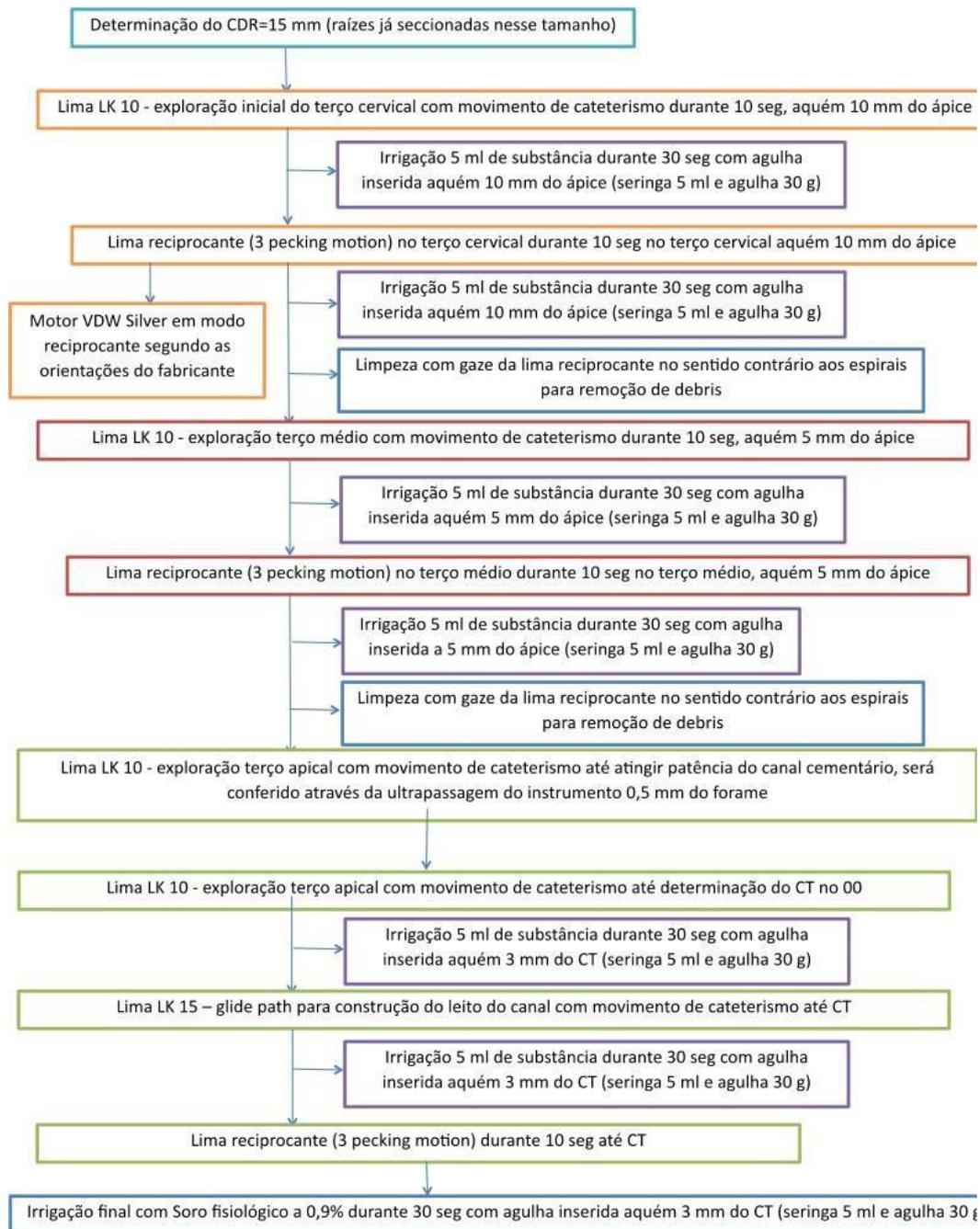
Necessita Apreciação da CONEP:

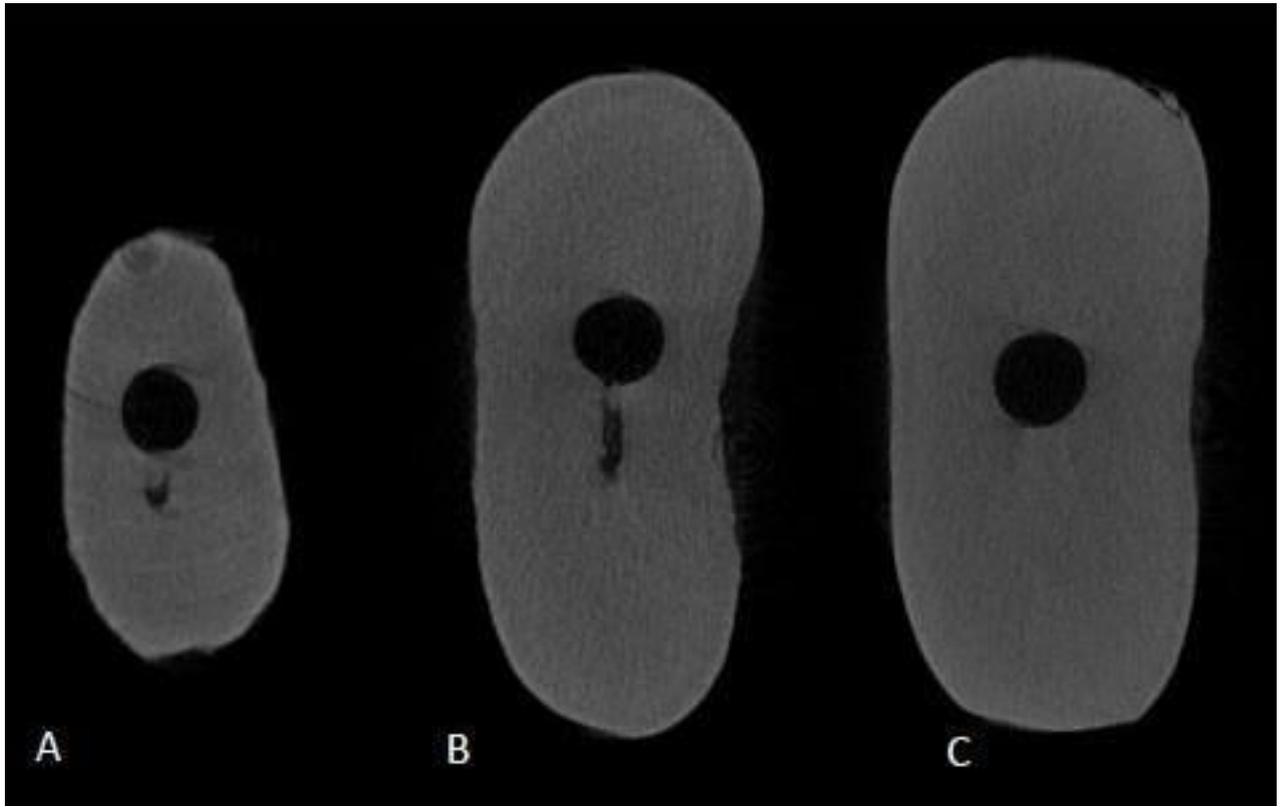
Não

JUIZ DE FORA, 26 de Junho de 2020

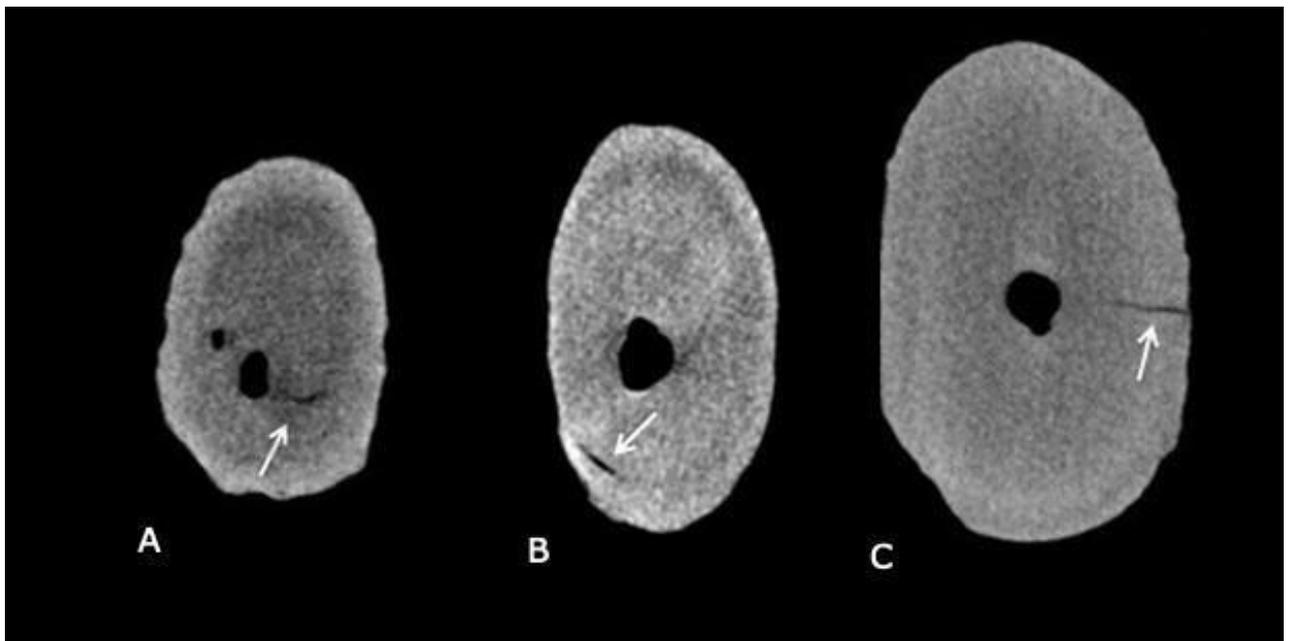
Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

ANEXO II: FLUXOGRAMA DO PREPARO QUÍMICO MECÂNICO DOS DENTES



ANEXO III: FIGURAS MODELOS PARA CALIBRAGEM DO EXAMINADOR

Imagens de micro-CT representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) demonstrando ausência de microtrincas dentinárias.



Imagens de micro-CT representativas do terço apical (A), médio (B) e cervical (C) demonstrando presença de microtrincas dentinárias.

Fonte: Oliveira et al. Effect of Reciprocating Systems and Working Lengths on Apical Microcrack Development: a micro-CT Study. Brazilian Dental Journal 28(6):710-714, 2017.

3- CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem verificar que o preparo dos canais radiculares com os diferentes instrumentos mecanizados utilizados (reciprocante de *taper* regressivo e reciprocante de *taper* contínuo) e substâncias químicas auxiliares (hipoclorito de sódio a 5,25% e clorexidina a 2%) apresentaram percentual de remoção dentina do interior dos canais radiculares semelhante e sem a formação de microtrincas.

REFERÊNCIAS

AGGARWAL, A. et al. Comparative Evaluation of Dentinal Microcrack Formation before and after Root Canal Preparation Using Rotary, Reciprocating, and Adaptive Instruments at Different Working Lengths-A Micro-computed Tomographic Study. **Journal of Endodontics**, v. 47, n. 8, p. 1314-1320, 2021.

BARBOSA, S. V.; SAFAVI K.E.; SPÅNGBERG S. W. Influence of sodium hypochlorite on the permeability and structure of cervical human dentine. **Internation Endodontic Journal**, v. 27, p. 309–312, 1994.

CECCHIN, D. et al. Effect of synthetic and natural-derived novel endodontic irrigant solutions on mechanical properties of human dentin. **Journal of materials science materials in medicine**, v. 28, n.9, p. 141, 2017.

CECCHIN, D. et al. Evaluation of antimicrobial effectiveness and dentine mechanical properties after use of chemical and natural auxiliary irrigants. **Journal of dentistry**, v. 43, n. 6, p. 695-702, 2015.

CLARK D.; KHADEMI J. Modern molar endodontic access and directed dentin conservation. **Dental Clinics of North America**, v. 54, n. 2, p. 249-273, 2010.

DE-DEUS, G. et al. On the causality between dentinal defects and root canal preparation: a micro- CT assessment. **Brazilian Dental Journal**, v.27, n. 6 p. 664–669, 2016.

DUTNER, J.; MINES P.; ANDERSON A. Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. **Journal of Endodontics**, v.38, n. 1, p. 37-40, 2012.

GHISI, A. C. et al. Effect of Superoxidized Water and Sodium Hypochlorite, Associated or Not with EDTA, on Organic and Inorganic Components of Bovine Root Dentin. **Journal of endodontics**, v. 41, n. 5, p. 925-930, 2015.

GOMES, B. P. et al. In vitro antimicrobial activity of several concentrations of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of *Enterococcus faecalis*. **Internation Endodontic Journal**, v. 34, v. 6, p. 424-428, 2001.

GOMES, B. P. F. A.; AVEIRO, E.; KISHEN, A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. **Brazilian Dental Journal**, v. 34, n. 4, p. 1-33, 2023.

GONÇALVES, L. S. et al. The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials.

Journal of endodontics, v. 42, n. 4, p. 527-532, 2016.

HAAPASALO, M. et al. Irrigation in endodontics. **British Dental Journal**, v. 216, n. 6, p. 299–303, 2014.

LANG, N. P.; BRECX, M.C. Chlorhexidine digluconate: an agent for Chemical plaque control and prevention of gingival inflammation. **Journal of Periodontal Research** v. 21, n. s16, p. 74-89, 1986.

LOCH, C. et al. Use of micro-computed tomography for dental studies in modern and fossil odontocetes: potential applications and limitations. **NAMMCO Scientific Publications**, v. 10, p. 1–24, 2013.

MARTINS, C. M. et al. Reciprocating kinematics leads to lower incidences of postoperative pain than rotary kinematics after endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 22, n. 4, p. 320–331, 2019.

MICHELOTTO, A. L. C. et al. Clorexidina na terapia endodôntica. **RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia**, v. 5, n. 1, p. 77-89, 2008.

PETERS, O. A.; PAQUÉ, F. Root canal preparation of maxillary molars. **Journal of endodontics**, v. 37, n. 1, p. 53-57, 2011.

PETERS, O. A. et al. Three- dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. **Journal of Dental Research**, v. 79, n. 6, p. 1405–1409, 2000.

PETERS, OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. **Journal of endodontics**, v. 30, n. 8, p. 559-567, 2004.

PLOTINO, G. et al. Influence of Different Apical Preparations on Root Canal Cleanliness in Human Molars: a SEM Study. **Journal of Oral & Maxillofacial Research**, v. 5, n. 2, p. 1, 2014.

KANSAL, R. et al. Assessment of dentinal damage during canal preparation using reciprocating and rotary files. **Journal of endodontics**, v. 40, n. 9, p. 1443-1446, 2014.

RUNDQUIST, B.D.; VERSLUIS, A. How does canal taper affect root stresses? **Internation Endodontic Journal**, v. 39, n. 3, p. 226–237, 2006.

SHYMA, P. et al. Comparative evaluation of pericervical dentin preservation and fracture resistance of root canal treated teeth with rotary endodontic file systems of different types of taper – An in vitro study. **Journal of Conservative Dentistry and**

Endodontics, v. 26, n. 4, p.429-433, 2023.

SIDDIQUE, R.; NIVEDHITHA, M. S. Effectiveness of rotary and reciprocating systems on microbial reduction: A systematic review. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 22, n. 2, p. 114-122, 2019.

SOUZA, E. M. et al. Similar influence of stabilized alkaline and neutral sodium hypochlorite solutions on the fracture resistance of root canal-treated bovine teeth. **Journal of endodontics**, v. 40, n. 10, p. 1600-1603, 2014.

VERSIANI, M. A. et al. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the Self-adjusting File, Reciproc, WaveOne, and ProTaper Universal systems. **Journal of Endodontics**, v. 39, n. 8, p.1060–1066, 2013.

WACHLAROWICZ, A. J. et al. Effect of endodontic irrigants on the shear bond strength of epiphany sealer to dentin. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 2, p. 152-155, 2007.

WANG, TF. et al. Effects of different concentrations and exposure time of sodium hypochlorite on the structural, compositional and mechanical properties of human dentin. **Journal of huazhong university of science and technology [Medical Sciences]**, v. 37, n. 4, p. 568-576, 2017.

YOLDAS, O. et al. Dentinal microcrack formation during root canal preparations by different NiTi rotaryinstruments and the self-adjusting file. **Journal of Endodontics**, v. 38, n. 2, p. 232-235, 2012.

ZEHNDER M. Root canal irrigants. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 5, p. 389–398, 2006.

ZHANG, YR. et al. Review of research on the mechanical properties ofthe human tooth. **International journal of oral science**, v. 6, v. 2, p. 61-69, 2014.

ANEXO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise de propriedades mecânicas da dentina radicular após tratamento endodôntico

Pesquisador: Hugo Lemes Carlo

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 33597720.7.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.113.970

Continuação do Parecer: 4.113.970

Básicas do Projeto	ETO_1564131.pdf	15:57:59		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Analise_de_propriedades_mecanicas_da_dentina_radicular_apos_tratamento_endodontico_2.pdf	15/06/2020 15:57:21	Hugo Lemes Carlo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Projeto_Larisse.pdf	12/06/2020 12:37:39	Hugo Lemes Carlo	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Declaracao_de_BIORREPOSITORIO_Projeto_Larisse_2.pdf	12/06/2020 12:36:58	Hugo Lemes Carlo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declaracao_de_Infraestrutura_Projeto_Larisse_2.pdf	12/06/2020 12:35:39	Hugo Lemes Carlo	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto_Projeto_Larisse.pdf	12/06/2020 12:32:44	Hugo Lemes Carlo	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 26 de Junho de 2020

Assinado por:
Jubel Barreto
(Coordenador(a))

Anexo I: PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Carolyn Quintão Costa

Avaliação da perda de estrutura e formação de microtrincas na dentina radicular após diferentes tratamentos mecanizados e soluções irrigantes: análise por microtomografia computadorizada

Dissertação
apresentada
ao
Programa
de
Pós-
Graduação
em
Ciências
Aplicadas
à
Saúde da Universidade
Federal
de
Juiz
de
Fora
como
requisito
parcial
à
obtenção
do
título
de
Mestre
em
Ciências
Aplicadas
à
Saúde.
Área
de
concentração:
Biociências

Aprovada em 30 de abril de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Hugo Lemes Carlo - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda - Coorientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Rafael Binato Junqueira

Universidade Federal de Juiz de Fora

Profa. Dra. Camilla Christian Gomes Moura

Universidade Federal de Uberlândia

Juiz de Fora, 09/04/2024.



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Binato Junqueira, Servidor(a)**, em 30/04/2024, às 11:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Mariane Floriano Lopes Santos Lacerda, Professor(a)**, em 30/04/2024, às 14:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hugo Lemes Carlo, Usuário Externo**, em 30/04/2024, às 15:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camilla Christian Gomes Moura, Usuário Externo**, em 17/05/2024, às 15:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1776310** e o código CRC **E00C0F1A**.