

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS  
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Rodrigo Rodrigues Amaral

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EFICÁCIA DE RECIPROC BLUE® E XP-  
ENDO SHAPER-FINISHER® NA REDUÇÃO DA CARGA BACTERIANA EM  
CANAIS RADICULARES DE FORMATO OVAL: estudo clínico**

Belo Horizonte

2020

Rodrigo Rodrigues Amaral

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EFICÁCIA DE RECIPROC BLUE® E XP-ENDO SHAPER-FINISHER® NA REDUÇÃO DA CARGA BACTERIANA EM CANAIS RADICULARES DE FORMATO OVAL: estudo clínico**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Odontologia, Área de Concentração em Clínicas Odontológicas.

Linha de pesquisa: Propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais odontológicos.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Ilma de Souza Gruppioni Côrtes

Coorientadora: Profa. Dra. Anna Gabriela Guimarães Oliveira

Belo Horizonte

2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

A485a Amaral, Rodrigo Rodrigues  
Avaliação quantitativa da eficácia de Reciproc Blue® e XP- Endo  
Sharper-Finisher® na redução da carga bacteriana em canais radiculares de  
formato oval: estudo clínico / Rodrigo Rodrigues Amaral. Belo Horizonte,  
2020.  
133 f. : il.

Orientadora: Maria Ilma de Souza Gruppioni Côrtes

Coorientadora: Anna Gabriela Guimarães Oliveira

Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia

1. Endodontia. 2. Canal radicular – Tratamento. 3. Dentes - raízes. 4.  
Preparo de canal radicular. 5. Doenças periapicais. 6. Instrumentos  
odontológicos. 7. Necrose da polpa dental. I. Côrtes, Maria Ilma de Souza  
Gruppioni. II. Oliveira, Anna Gabriela Guimarães. III. Pontifícia Universidade  
Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV.  
Título.

CDU: 616.314.18

**Rodrigo Rodrigues Amaral**

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA EFICÁCIA DE RECIPROC BLUE® E XP-ENDO SHAPER-FINISHER® NA REDUÇÃO DA CARGA BACTERIANA EM CANAIS RADICULARES DE FORMATO OVAL: estudo clínico**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Odontologia, Área de Concentração: Clínicas Odontológicas.

**COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:**

- 1- Prof. Dr. Warley Luciano Fonseca Tavares – UFMG
- 2- Profa. Dra. Juliana Vilela Bastos – UFMG
- 3- Profa. Dra. Márcia Almeida Lana – PUC Minas
- 4- Prof. Dr. Frank Ferreira Silveira – PUC Minas
- 5- Profa. Dra. Maria Ilma de Souza Gruppioni Côrtes – PUC Minas

**DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 18 de dezembro de 2020**

**A tese, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora**

Profa. Dra. Maria Ilma de Souza Gruppioni Côrtes  
**Orientadora**

Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares  
**Coordenador do Programa de Pós-graduação  
em Odontologia**

*Dedico este trabalho à minha esposa Silvana e ao meu filho Thiago. Nossa jornada do início ao fim foi feita com muitos desafios. Caminhamos com fé, coragem, perseverança e união. Sem o apoio de vocês, nada disso teria sentido ou importância em minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus que sempre esteve ao meu lado quando procurava um caminho, uma solução, uma resposta. O Senhor fortaleceu-me nos momentos mais difíceis.

Meus pais, Sebastião Fábio e Maria Célia, por todo ensinamento, exemplo e confiança que sempre depositaram em mim. Meu pai, meu grande mestre da vida, inspiração em minha carreira e especialidade. Esta vitória é sua também! Minha mãe, por toda paciência, carinho, sabedoria e ouvidos em muitos momentos difíceis. Ficar longe de vocês foi o maior sacrifício e dificuldade.

À minha esposa Silvana, que sempre acreditou nos meus sonhos e esteve ao meu lado nos melhores e piores momentos. Você merece todo meu respeito e gratidão por seguir comigo, confiar e acreditar que seria possível chegar mais longe nesta jornada. Vamos em frente!

Meu filho Thiago, meu amigo, companheiro e orgulho! Sua capacidade e inteligência permitiram que você colaborasse com o desenvolvimento do aplicativo usado na randomização da pesquisa. Você me encanta com sua dedicação e vontade de alcançar seus objetivos e sonhos. Vou estar ao seu lado te apoiando sempre.

A todos os familiares que acompanharam minha trajetória, vocês estarão sempre comigo por onde eu estiver.

Meu agradecimento à coordenação do curso de Odontologia do Centro Universitário Newton Paiva por todo apoio e entendimento para que fossem conciliadas as atividades de docência e realização do curso de doutorado.

A toda equipe de endodontia da Newton, meu agradecimento pelo suporte nos momentos em que precisei ser substituído para estar presente nas atividades do doutorado.

Aos amigos de longa caminhada, Dr. Adalberto Ramos Vieira e Dra. Alessandra Rosa de Sá. Meu agradecimento por toda amizade, contribuição e apoio ao longo da nossa jornada na endodontia e durante o curso de especialização de endodontia no Centro Universitário Newton Paiva.

Ao amigo Victor Couto Figueiredo, filho de um grande Mestre que tive na endodontia, Prof. Nelson Figueiredo. Obrigado pelo apoio, amizade e colaboração científica.

Meu agradecimento aos amigos e parceiros de pesquisa, Dr. Warley Luciano Fonseca Tavares e Dr. Marcus Vinícius Lucas Ferreira.

Aos professores Dr. Eduardo Nunes e Dr. Frank Ferreira Silveira, vocês fazem parte da minha formação profissional como docente.

Meu agradecimento pelo apoio e prestatividade recebidos das funcionárias da secretaria ao longo do curso, Maria Angélica Paradizi Rodrigues e Silvania Martins Ferreira.

Ao coordenador do Programa de pós-graduação da PUC Minas, Prof. Dr. Rodrigo Villamarim Soares, por todo entendimento, compreensão e apoio para viabilizar minha qualificação e a realização da defesa de tese na Austrália.

À Pró-reitoria de Pós-graduação da PUC Minas e em especial à Sra. Rosamaria Menegaz por todo empenho e apoio para continuidade dos meus estudos no exterior.

À Profa. Dra. Márcia Almeida Lanna que me apresentou como estudante de doutorado aos coordenadores do laboratório de microbiologia oral do ICB-UFMG. Por meio de sua amizade, profissionalismo e parceria aquela porta se abriu quando eu mais precisava.

Aos professores do laboratório de microbiologia Oral do ICB-UFMG, Prof. Dr. Luiz de Macêdo de Farias e Profa. Dra. Paula Prazeres Magalhães que me deram o apoio necessário para a realização da pesquisa.

À Dra. Anna Gabriella Guimarães Oliveira, coorientadora e responsável pela execução de toda etapa microbiológica da pesquisa. Meu agradecimento e reconhecimento por toda dedicação.

Ao Fundo de Incentivo à Pesquisa da Puc Minas e ao aluno de iniciação científica da Pedro Gonçalves Ferreira. Obrigado por todo apoio para o desenvolvimento da pesquisa.

À Profa. Dra. Juliana Vilela Bastos, que permitiu-me realizar o treinamento de coleta microbiológica na UFMG juntamente com a Profa. Dra. Mônica Aparecida Schultz Neves, minha gratidão a vocês por esta oportunidade ímpar durante o curso de doutorado.

Ao Prof. Dr. Robert Love, coordenador do curso de Odontologia da Griffith University. Minha presença nas atividades práticas foi possível somente por sua autorização; permitindo-me assim interagir, trocar experiências, aprender, ensinar e crescer.

Meu agradecimento ao meu supervisor na Griffith University, Prof. Dr. Peter Reher, amigo e referência como profissional. Todo seu apoio e suporte me permitiram vir para Austrália e continuar meus estudos. Você faz parte da minha história e não tenho palavras para expressar toda minha gratidão e reconhecimento. À Dra. Vanessa Reher, meu agradecimento por receber-me com tanta amizade, atenção e incentivo.

Ao amigo, Dr. Tiago Braga, por todo seu apoio e dedicação com minha pesquisa e artigos científicos. Meu agradecimento por sua atenção, amizade e parceria. À amiga, Dra. Cristiane Albuquerque Braga, meu agradecimento por toda amizade e acolhimento.

Ao Professor Stephen Cohen, mestre e referência mundial na endodontia, minha gratidão por toda colaboração no projeto inicial da pesquisa e pela valiosa contribuição

científica com nossos artigos. Sou privilegiado em tê-lo como amigo.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela oportunidade, suporte e todo entendimento durante meu estágio PDSE na Austrália.

À minha orientadora, Profa. Dra. Maria Ilma de Souza Côrtes, por todo ensinamento, orientação, compreensão e confiança. Desde o início, estabelecemos uma relação profissional baseada na lealdade, entendimento, respeito e amizade. Todo seu profissionalismo e parceria internacional permitiram-me buscar uma oportunidade maior em minha carreira. Realizar este sonho, alcançar meus objetivos e metas sendo orientado por você fez toda diferença para que eu chegasse mais longe. Você cuidou de mim como uma mãe cuida de um filho; com carinho, atenção e responsabilidade. Minha eterna gratidão e respeito por você. Obrigado por tudo!

“It always seems impossible, until it’s done.” (NELSON MANDELA).

## RESUMO

A maioria das falhas e insucessos do tratamento endodôntico está relacionada com a persistência de microrganismos resistentes ao preparo químico-mecânico e/ou à medicação intracanal. Aliado a isso, a complexidade do sistema canais radiculares (SCR), com a presença de istmos, ramificações, reentrâncias e túbulos dentinários, também é um obstáculo para a correta limpeza e sanificação. Na busca por métodos mais eficazes para a desinfecção do sistema de canais radiculares, novas técnicas e novos sistemas de instrumentação foram introduzidos na endodontia. O instrumento Reciproc Blue® (RB) foi desenvolvido a partir de um inovador processo de aquecimento que modifica sua estrutura molecular aumentando sua flexibilidade e resistência à fadiga. O instrumento XP-endo Shaper® (XP-S) foi recentemente introduzido na endodontia com objetivo de melhorar a limpeza e desinfecção. Quando introduzido no canal radicular adquire a forma austenita e desenvolve um movimento de expansão e contração durante o movimento rotacional, possibilitando tocar todas as paredes e agitar a solução irrigadora. Da mesma forma, o instrumento XP-endo Finisher® (XP-F) foi recentemente introduzido para ser usado após a instrumentação final do canal radicular, como uma etapa complementar da limpeza e para romper o biofilme bacteriano. O presente trabalho teve como objetivo avaliar por meio de estudo clínico randomizado a capacidade de limpeza e desinfecção do SCR pelo uso do instrumento RB e XP-S e XP-F em dentes humanos. Foram utilizados dentes com necrose pulpar e periodontite apical assintomática com formato oval ou achatado. Os grupos foram randomizados e divididos em grupo-1 RB (n=14) e grupo-2 XP-S e XP-F (n=14). As amostras foram coletadas no canal radicular antes da instrumentação (S1), após a preparo químico-mecânico (S2) e após a instrumentação com XP-F (S3). Os extratos de DNA foram submetidos à análise por reação em cadeia da polimerase em tempo real (qPCR) com a utilização primers universais para o gene 16S rRNA. O ensaio foi realizado com 1 µL de molde de DNA e 5 µL de Power SYBR Green PCR Master Mix (Thermofisher, Estados Unidos) a um volume final de 10 µL. Uma curva padrão foi preparada a partir de uma diluição seriada na base de 10 vezes do *pool* de todas as amostras extraídas de DNA, que foram amplificadas usando PCR convencional e os mesmos iniciadores foram empregados para qPCR ( $R^2 > 0,99$ , eficiência = 106%). Todas as amostras foram analisadas em triplicata, incluindo o padrão e os controles. Os dados foram analisados pelo teste de análise de variância (ANOVA) e binomial negativo do modelo de Poisson com nível de significância estabelecido em 5%. Todas as amostras apresentaram resultados positivos

quanto à presença de bactérias em S1 e as contagens bacterianas reduziram-se substancialmente após os procedimentos do tratamento ( $P < 0,01$ ). Os resultados não mostraram diferença estatística entre a instrumentação com RB e XP-S em relação à redução bacteriana ( $P > 0,05$ ). Uma redução bacteriana acentuada foi observada após o uso do instrumento XP-F ( $P < 0,01$ ). Os sistemas XP-S e RB reduziram acentuadamente a carga bacteriana em canais radiculares de formato oval. XP-F usado como instrumento suplementar ao preparo químico-mecânico promoveu uma redução bacteriana significativamente maior.

Palavras-chave: Endodontia. PCR em tempo real. Reciproc Blue. XP-endo Finisher. XP-endo Shaper.

## ABSTRACT

Most endodontic treatment failures are related to the persistence of microorganisms resistant to chemical-mechanical preparation and/or intracanal medication. Also, the complexity often presents inside the root canal system (RCS), with the presence of isthmus, ramifications, recesses, and dentinal tubules, which are also an obstacle to the proper cleaning and sanitation. New techniques and new instrumentation systems were introduced in Endodontics in the search for more effective methods for disinfecting the root canal system. The Reciproc Blue® instrument was developed from an innovative heating process that modifies its molecular structure, increasing its flexibility and resistance to fatigue. The XP-endo Shaper® (XP-S) instrument was recently introduced to improve cleaning and disinfection. When introduced into the root canal, it acquires the austenite shape and develops an expansion and contraction movement during the rotational movement, making it possible to touch all the walls and agitate the irrigating solution. Likewise, the XP-endo Finisher® (XP-F) instrument was recently introduced after the final root canal instrumentation as an additional cleaning step to disrupt the bacterial biofilm. The present study aimed to evaluate employing randomized clinical study, the ability to clean and disinfect the SCR using the RB and XP-S and XP-F instruments in human teeth using quantitative real-time PCR (qPCR). Teeth with necrosis and asymptomatic apical periodontitis with an oval or flat shape were used. The groups were randomized and divided into group-1 RB (n = 14) and group-2 XP-S and XP-F (n = 14). Samples were collected from the canal at the baseline (S1), after chemomechanical preparation (S2), and after XP-F instrumentation (S3). The DNA extracts were subjected to analysis by polymerase chain reaction in real time (qPCR) using universal primers for the 16S rRNA gene. The assay was performed with 1 µL of DNA template and 5 µL of Power SYBR Green PCR Master Mix (Thermofisher, United States) at a final volume of 10 µL. A standard curve was prepared from a 10-fold serial dilution of the pool of all DNA extracted samples, which were amplified using conventional PCR and the same primers were used for qPCR ( $R^2 > 0.99$ , efficiency = 106 %). All samples were analyzed in triplicate, including the standard and controls. Data were analyzed using the variance analysis test (ANOVA) and negative binomial of the Poisson model with a significance level set at 5%. All samples showed positive results for the presence of bacteria in S1 and bacterial counts were substantially reduced after treatment procedures ( $P < 0.01$ ). The results showed no statistical difference between RB and XP-S instrumentation regarding bacterial reduction ( $P > 0.05$ ). A marked

bacterial reduction was observed after using the XP-F instrument ( $P < 0.01$ ). The XP-S and RB systems markedly reduced bacterial load in oval-shaped root canals. XP-F used as a supplement to the chemical-mechanical preparation promoted a significantly higher bacterial reduction.

Keywords: Endodontics. Real-time PCR. Reciproc Blue. XP-endo Finisher. XP-endo Shaper.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

#	Número
%	Porcentagem
CDR	Comprimento dente na radiografia
CP	Comprimento de patência
CT	Comprimento de trabalho
EDTA	Ácido Etileno Diamino Tetracético
Micro-CT	Micro tomografia computadorizada
mL	Mililitro
mm	Milímetro
NaOCl	Hipoclorito de sódio
NiTi	Níquel-titânio
PUC Minas	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
qPCR	Reação em cadeia da polimerase em tempo real
RB	Reciproc Blue
SCR	Sistema de canais radiculares
XP-F	XP-endo Finisher
XP-S	XP-endo Shaper

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Controle de esterilidade.....	44
Figura 2. Cones de papel inseridos em Eppendorf .....	45
Figura 3. Amostra biológica homogeneizada em vortex .....	46
Figura 4. Eppendorfs armazenados em freezer à -80°C.....	46
Figura 5. Instrumento Reciproc Blue R25 .....	47
Figura 6. Instrumento XP-endo Shaper .....	48
Figura 7. Instrumento XP-endo Finisher .....	48

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>33</b>
<b>3 HIPÓTESES.....</b>	<b>39</b>
<b>4 OBJETIVOS .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Objetivo geral.....</b>	<b>41</b>
<b>4.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>41</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>43</b>
<b>5.1 Tamanho estimado da amostra .....</b>	<b>43</b>
<b>5.2 Seleção dos dentes.....</b>	<b>43</b>
<b>5.3 Obtenção das amostras e procedimentos do tratamento .....</b>	<b>43</b>
<b>5.4 Análise Quantitativa PCR Real-Time (qPCR) .....</b>	<b>49</b>
<b>5.5 Análise estatística.....</b>	<b>49</b>
<b>6 ARTIGO CIENTÍFICO 1.....</b>	<b>51</b>
<b>7 ARTIGO CIENTÍFICO 2.....</b>	<b>71</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>ANEXO A - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa PUC Minas ....</b>	<b>97</b>
<b>ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO C - Produção intelectual do aluno durante o curso de doutorado .....</b>	<b>105</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Endodontia tem conquistado muitos avanços com o desenvolvimento e adoção de novas tecnologias e materiais. Apesar disto, a maioria das falhas ou insucessos endodônticos está relacionada com a persistência de microrganismos que resistiram ao preparo químico-mecânico ou à medicação intracanal (SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS, 2008).

Neste contexto, a complexa anatomia do sistema de canais radiculares (SCR) abriga diferentes espécies de microrganismos, o que dificulta a ação das defesas imunológicas do hospedeiro e dos antibióticos em casos de necrose pulpar, além de disponibilizar nutrientes remanescentes de tecido necrótico localizados em istmo, irregularidades, túbulos dentinários, ramificações e áreas da raiz não afetadas pela instrumentação e irrigação (SIQUEIRA JÚNIOR *et al.*, 1997; WALTON, 1976).

Os estudos demonstram que o preparo químico-mecânico utilizando solução de hipoclorito de sódio em diferentes concentrações não elimina completamente todas as bactérias do SCR e cerca de 40% a 60% dos canais são positivos para a presença bacteriana (BYSTRÖM; SUNVQVIST, 1985; SIQUEIRA JÚNIOR; MAGALHÃES; RÔÇAS, 2007; SJÖGREN *et al.*, 1997).

A desinfecção efetiva do SCR é uma etapa fundamental para sucesso do tratamento endodôntico. Técnicas contemporâneas incluindo preparo químico-mecânico com sistemas rotatórios (PAIVA *et al.*, 2013a; SHUPING *et al.*, 2000), sistemas sônicos de irrigação (HUFFAKER *et al.*, 2010), ultrassônicos (HUQUE *et al.*, 2002; PAIVA *et al.*, 2013b), hidráulicos (HEILBORN *et al.*, 2010), gás ozônio (HUTH *et al.*, 2009) e medicação intracanal (PAIVA *et al.*, 2013a; SHUPING *et al.*, 2000) não são efetivos na completa eliminação microbiana.

Na busca por novos métodos de desinfecção do SCR e para aumentar a previsibilidade de sucesso do tratamento endodôntico, novos instrumentos foram introduzidos na endodontia com objetivo de aumentar a limpeza e desinfecção do canal radicular. As novas gerações de instrumentos de NiTi tratados termicamente são mais flexíveis e resistentes à fadiga quando comparados aos instrumentos fabricados com M-Wire, devido à alteração da estrutura molecular (DE-DEUS *et al.*, 2017).

O primeiro sistema recíprocante foi introduzido em 2008 (YARED, 2008), fabricado em liga M-Wire. Foi uma inovação porque a fratura de instrumentos rotatórios feitos de ligas convencionais de NiTi foi a principal preocupação associada à fadiga cíclica (CHEUNG, 2007; PARASHOS; GORDON; MESSER, 2004).

O instrumento Reciproc Blue (RB; VDW, Munique, Alemanha) foi desenvolvido por meio de um tratamento térmico inovador que compreende um tratamento complexo de aquecimento e resfriamento que resulta em uma camada visível de óxido de titânio azul na superfície do instrumento. Este tratamento térmico regula as temperaturas de transição de fase, tornando parte da estrutura cristalográfica da liga e criando uma memória de forma predeterminada. O instrumento RB possui uma ponta sem corte, resistência à fadiga e alta flexibilidade, permitindo uma melhor centralização entre as paredes do canal. O desempenho de corte e a alta eficiência são fornecidos com a associação de ângulos de seção transversal, afunilamento e corte (DE-DEUS *et al.*, 2017).

Outros instrumentos com diferentes designs e conceitos surgiram para lidar com canais de anatomia complexa, incluindo canais em formato oval. Eles incluem os sistemas TrueShape (Dentsply Sirona, Tulsa, OK), e o Self-Adjusting File (ReDentNOVA, Ra'anana, Israel) (ZUOLO *et al.*, 2018).

Recentemente, totalmente diferente dos sistemas tradicionais de instrumentação de níquel-titânio (NiTi) que utilizam movimento rotatório, recíprocante ou híbridos, surgiram os instrumentos XP-endo Shaper (XP-S) e XP-endo Finisher (XP-F) (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland). Estes são produzidos a partir de uma liga especial, MaxWire (Martensite-Austenite electropolish-fleX). Na fase martensítica possui uma conicidade inicial de 0,01, mas quando exposto à temperatura corporal, o XP-S se expande dentro do canal para atingir uma conicidade de pelo menos 0,04. O movimento de contração e expansão quando rotacionado e deslocado no sentido coroa-ápice permite o instrumento tocar as paredes do canal radicular e agitar a solução irrigadora. Segundo o fabricante, o XP-S possui uma geometria única, com seis arestas de corte na ponta (ponta *booster*). A interação entre uma forma específica predeterminada e a extrema flexibilidade permite que este instrumento se contraia e se expanda ao trabalhar em temperatura corporal, preparando áreas do espaço do canal que os sistemas NiTi convencionais não conseguem acessar. A ponta *booster* permite que o instrumento amplie a área apical do tamanho # 15 ao # 30, e respeite a trajetória do canal (AZIM *et al.*, 2016; ZUOLO *et al.*, 2018). O instrumento XP-endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds) também é inovador e foi recentemente introduzido para ser usado após a instrumentação final do canal radicular, como uma etapa complementar da limpeza e para romper o biofilme bacteriano. Ele é fabricado com uma liga especial da NiTi, a MaxWire, consiste em um núcleo de tamanho único (tamanho da ponta lima # 25, sem conicidade), que à temperatura ambiente é reto; no entanto, quando colocado no interior do canal, à temperatura corporal, sua porção apical se expande e com o movimento rotacional adquire a forma semelhante de uma colher (DEBELIAN; TROPE, 2015).

Os canais de formato oval ou achatado representam uma tarefa desafiadora para a limpeza, formatação e eliminação bacteriana (VERSIANI *et al.*, 2013; VERSIANI; PÉCORRA; DE SOUSA-NETO, 2011). Pesquisas *in vitro* utilizando Micro Tomografia-Computadorizada (micro-CT) mostraram que o número de superfícies não tocadas pode variar de 59,6% a 79,9% (BUSQUIM *et al.*, 2015; METZGER *et al.*, 2010; PAQUÉ *et al.*, 2010; PETERS; ARIAS; PAQUÉ, 2015).

Tendo em vista que nenhum estudo clínico disponível na literatura avaliou a eficácia dos instrumentos RB, XP-S e XP-F, o presente estudo clínico randomizado teve como objetivo avaliar por meio de qPCR a redução da carga bacteriana em canais radiculares de formato oval com diagnóstico de necrose pulpar e periodontite apical assintomática.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A eliminação da microbiota do SCR é um dos principais objetivos da terapia endodôntica. A microbiota do canal radicular presente nos casos de infecção primária difere dos casos de fracasso endodôntico mesmo quando estes foram relativamente bem tratados. A infecção primária é mista, com equilíbrio entre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, com predomínio de anaeróbios estritos. Nos casos de fracasso da terapia endodôntica, a microbiota apresenta prevalência de bactérias anaeróbias facultativas Gram-positivas (MOLANDER *et al.*, 1998; SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS, 2008; SUNDQVIST *et al.*, 1998).

A prevalência do caráter polimicrobiano das infecções endodônticas tem sido reportada na literatura. Existe uma correlação entre o tamanho da lesão periapical e o número de espécies e células bacterianas presentes no canal radicular de dentes infectados. Mudanças populacionais ocorrem ao longo do tempo com microrganismos anaeróbios obrigatórios dominando a microbiota dos canais radiculares. O sucesso do tratamento endodôntico está diretamente relacionado com a eliminação microbiana, de modo a romper a delicada ecologia e abster microrganismos persistentes de sua fonte nutricional (SUNDQVIST, 1992).

Um dos principais objetivos da instrumentação do canal radicular é erradicar as populações bacterianas ou reduzi-las a níveis que permitam a cicatrização do tecido periradicular. Um resultado ótimo do tratamento depende da redução máxima na contagem bacteriana (SIQUEIRA JÚNIOR; RÔÇAS, 2008).

Os resultados de tratamentos endodônticos em sessão única foram avaliados por pesquisadores (OLIET, 1983; PEKRUHN, 1986) indicando sucesso em longo prazo da terapia endodôntica. Entretanto, outros pesquisadores têm enfatizado a importância do tratamento em sessões múltiplas para erradicar toda a infecção do canal, contestando o tratamento em sessão única (SJÖGREN *et al.*, 1997; TROPE; DELANO; ØRSTAVIK, 1999). O sucesso do tratamento endodôntico é significativamente influenciado pela presença microbiana no momento da obturação (SJÖGREN *et al.*, 1997; WALTIMO *et al.*, 2005).

Outros estudos têm reportado que o preparo químico-mecânico dos canais radiculares com instrumentação rotatória ou manual é igualmente efetivo e não há diferença na redução microbiana apesar da eficiência dos sistemas rotatórios de níquel-titânio (CLARK DALTON *et al.*, 1998; SIQUEIRA JÚNIOR *et al.*, 1999).

Os efeitos do desbridamento químico-mecânico são significativamente melhorados quando substâncias antimicrobianas são usadas para irrigação, como o NaOCl, que é considerado uma solução antimicrobiana altamente eficaz (SHÄFFER, 2007). Entretanto, os efeitos são restritos ao canal

radicular principal porque os instrumentos geralmente não tocam em todas as paredes, deixando áreas sem preparo que podem abrigar microrganismos (VERA *et al.*, 2012).

É amplamente reconhecido que os canais de formato oval podem ser uma tarefa desafiadora para a limpeza, modelagem e desinfecção durante o preparo químico-mecânico (VERSIANI *et al.*, 2013; VERSIANI; PÉCORÁ; DE SOUSA-NETO, 2011). A instrumentação rotatória normalmente esculpe uma seção transversal de forma circular, e as paredes dos canais podem permanecer intocadas, principalmente os canais radiculares achatados ou ovais. De acordo com pesquisas *in vitro* em canais de formato oval utilizando estudo de Micro Tomografia-Computadorizada (micro-CT), as imagens mostraram que o número de superfícies não tocadas pelos instrumentos varia de 59,6% a 79,9% (BUSQUIM *et al.*, 2015; METZGER *et al.*, 2010; PAQUÉ *et al.*, 2010; PETERS; ARIAS; PAQUÉ,

2015). Os incisivos inferiores, segundos pré-molares superiores e raiz distal dos molares inferiores apresentam um formato achatado ou oval (WU *et al.*, 2000).

Vários estudos foram realizados para se investigar a limpeza, formatação, remoção de *debris* e redução bacteriana em canais de formato oval. Um estudo recente utilizando micro-CT correlacionado com uma abordagem microscópica, revelou que a maioria das áreas instrumentadas de dentes vitais e necróticos apresentava restos de tecido e/ou bactérias, exceto a porção coronal de dentes com polpas vitais (LACERDA *et al.*, 2017).

Azim *et al.* (2016) investigaram a capacidade de modelagem do sistema XP endo-Shaper e comparou os resultados com Vortex Blue (Dentsply Tulsa Dental Specialties, Tulsa, OK) utilizando imagens de micro-CT. Foram utilizados 20 incisivos centrais mandibulares com canal único, formato oval. Os dentes foram escaneados no pré-operatório e no pós-operatório. A porcentagem de paredes não tocadas, alterações no volume do canal e superfície, a quantidade de dentina removida, detritos remanescentes no canal e a conicidade da preparação foram avaliados. Pode-se concluir que XP endo-Shaper foi superior ao Vortex Blue com uma área de instrumentação mais abrangente em canais de formato oval.

Bao *et al.* (2017) avaliaram a eficácia do instrumento XP-endo Finisher na eliminação de biofilme em comparação com a irrigação convencional por agulha (CNI) e irrigação ultrassônica passiva (PUI) em cinquenta e quatro pré-molares humanos extraídos com raiz única. Foi utilizado um modelo de dente infectado com um sulco apical artificial. Cada dente foi posteriormente dividido longitudinalmente em 2 metades, com uma ranhura feita na região apical da parede do canal. Foi utilizada microscopia eletrônica de varredura para avaliar a quantidade de biofilme residual dentro e fora do sulco. XPF mostrou a melhor eficácia na remoção do biofilme dentro e fora do sulco seguido por PUI e CNI.

Lacerda *et al.* (2017) avaliaram a limpeza e formatação de 3 sistemas de instrumentação. Foram utilizados canais distais de 33 molares inferiores recém-extraídos, com vitalidade pulpar e com formato oval. Foram divididos em 03 grupos, Self-Adjusting File (SAF) (ReDentNOVA, Ra'anana, Israel), TRUShape (Dentsply Sirona, Tulsa, OK), e XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Suíça). Os dentes foram digitalizados com micro-CT antes e após instrumentação. Foram identificadas áreas sem preparo mecânico e avaliados histologicamente para a quantidade de restos de polpa em cada terço radicular. O irrigante usado foi o hipoclorito de sódio a 5,25% aquecido à 37°C. Não houve diferença significativa na quantidade de áreas superficiais não instrumentadas entre os 3 sistemas, exceto para o grupo SAF e XP-endo Shaper na área apical de 4 mm, onde SAF exibiu áreas significativamente menos preparadas que o XP-endo Shaper. Nenhum grupo preparou 100% das paredes do canal radicular. A capacidade de limpeza dos 3 sistemas foi semelhante.

Leoni *et al.* (2017) avaliaram a eficácia de quatro protocolos de irrigação final na redução de detritos acumulados na raiz mesial de primeiros molares inferiores usando análise por micro-CT. Quarenta raízes mesiais com istmo único e contínuo entre os canais mesio-vestibular e mesio-lingual foram selecionados e digitalizados. Os canais foram instrumentados sequencialmente usando o instrumento WaveOne Small e Primary (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça) sem irrigação intracanal para permitir a acumulação de detritos. Os espécimes foram anatomicamente pareados e distribuídos em quatro grupos (n = 10), de acordo com o protocolo final de irrigação: pressão positiva apical (APP), irrigação ultrassônica passiva (PUI), lima autoajustável (SAF) e XP-endo Finisher (XP-F). Os procedimentos finais de irrigação foram realizados ao longo de 2 min usando um total de 5,5 mL de NaOCl a 2,5% por canal. A redução de detritos acumulados foi observada em todos os grupos após o protocolo final de irrigação. A técnica PUI e o XP-F estiveram associados a níveis mais maiores de redução de detritos em comparação com o protocolo irrigação convencional e com o sistema SAF modificado.

Zand *et al.* (2017) investigaram a quantidade de *smear layer* remanescente em canais instrumentados com limas Bio Race e XP-endo Finisher irrigados com EDTA 17% e solução de hipoclorito de sódio. Um total de 68 dentes unirradiculares extraídos foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n = 14) e dois grupos controle (n = 6). Grupo 1: XP-F com 2 mL de NaOCl a 2,5% por 1 minuto. Grupo 2: XP-F com 1 mL de EDTA 17% por um minuto. Grupo 3: XP-F foi utilizado por 1 minuto em associação com solução salina normal. Grupo 4: XP-F por 30 segundos em associação com 2,5% de NaOCl e EDTA 17% por 30 segundos. O grupo controle negativo: NaOCl (2,5%) foi utilizado durante o preparo do canal radicular,

seguido de irrigação com EDTA 17% no final da preparo do canal radicular. O grupo controle positivo: solução salina foi usado para irrigação durante a instrumentação do canal radicular. As amostras foram analisadas em MEV. Os resultados do estudo mostraram que o uso combinado de NaOCl e EDTA em associação com XP-F exibiu a melhor eficácia para a remoção do *smear layer*.

Alves *et al.* (2018) avaliaram a redução microbiana e a extrusão de detritos na região apical após o preparo do canal radicular com XP-endo Shaper e Reciproc. Foram utilizados molares superiores extraídos, canais disto-vestibulares, divididos aleatoriamente de acordo com o sistema de instrumentação em 02 grupos de 21 dentes, contaminados com *Enterococcus faecalis*. Extratos de DNA das amostras foram coletados do canal antes e após instrumentação e foram submetidos avaliação por meio do qPCR. O volume de detritos extruídos foi avaliado por micro-CT. A redução intracanal microbiana foi mais pronunciada no grupo XP-endo Shaper. Embora ambos os instrumentos produziram um volume semelhante de detritos, a contagem de bactérias extruídas foi significativamente menor com Reciproc em relação XP-endo Shaper.

Bedier, Hashem e Hassan (2018) estudaram o efeito da instrumentação e irrigação na redução bacteriana em dentes extraídos utilizando Confocal Laser Scanning Microscopy (CLSM) após inoculação de *Enterococcus faecalis* nos canais mesiais de molares inferiores. Foram divididos em 04 grupos; XP-endo Shaper (XP-S) com irrigação convencionanal e outro com XP-endo Finisher (XP-F), e sistema IRace (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) com irrigação convencionanal e outro com XP-F. Amostras microbiológicas foram obtidas de cada grupo e foram avaliados por CLSM em uma profundidade de 50 µm no interior dos túbulos dentinários. A combinação de IRaCe com XP-F melhorou o efeito de redução bacteriana, enquanto a combinação de XP-S com XP-F não produziu uma melhora significativa em sua capacidade de reduzir bactérias a uma profundidade de 50 µm nos túbulos dentinários.

Carvalho *et al.* (2019) investigaram em dentes extraídos a eficácia do XP-endo Finisher (XP-F) associado ao XP-endo Shaper (XP-S) ou Reciproc Blue (RB) na redução da carga bacteriana em canais radiculares de formato oval durante o preparo químico-mecânico usando solução salina e NaOCl 2,5%. Oitenta incisivos inferiores com canal único de formato oval foram contaminados com *Enterococcus faecalis*. Os dentes foram divididos aleatoriamente em quatro grupos experimentais (n = 20): G1: XP-S, G2: XP-S + XP-F, G3: RB e G4: RB + XP-F. Os grupos foram instrumentados com NaCl ou NaOCl. A redução da carga bacteriana foi avaliada por contagem de unidades formadoras de colônias antes (S1) e

após instrumentação (S2). Os sistemas XP-S e RB foram eficazes na redução bacteriana ( $p < 0.05$ ), mas não houve diferença entre os grupos. O uso do XP-F como método agitação da solução irrigante melhorou a eficiência da limpeza dos dois sistemas de limas avaliados.

De-Deus *et al.* (2019a) compararam a eficácia do instrumento XP-endo Finisher e a irrigação ultrassônica passiva (PUI) como protocolo final de irrigação na remoção de detritos acumulados (AHTD) de canais com formato oval, utilizando micro-CT. Incisivos inferiores extraídos foram anatomicamente pareados com base em dimensões morfológicas semelhantes e preparados com o instrumento Reciproc R25. Foram divididos em dois grupos experimentais ( $n = 10$ ), de acordo com o protocolo final de irrigação: XP-endo Finisher e PUI. As amostras foram analisadas novamente e os conjuntos de dados registrados foram examinados para quantificar a quantidade de AHTD. XP-endo Finisher e PUI mostraram a mesma eficácia na remoção do AHTD. Nenhum dos protocolos de irrigação removeu completamente o AHTD dos canais radiculares de formato oval.

De-Deus *et al.* (2019b) avaliaram a capacidade de modelagem do sistema XP-endo Shaper com diferentes tempos de trabalho. Dez raízes mesiais de molares inferiores extraídas foram escaneadas por meio de micro-CT, instrumentadas e irrigadas com NaOCl 2,5% de acordo com o protocolo recomendado pelo fabricante até o instrumento atingir o CT. Em seguida cada amostra foi submetida a mais 15, 30 e 45 segundos de instrumentação no CT. O escaneamento pós-operatório foi realizado após a preparo do canal em cada tempo. Em seguida, o pré-registro e o conjuntos de dados pós-operatórios foram examinados para avaliar as porcentagens de volume e área de superfície do canal instrumentado, não instrumentado e volume de dentina removida. De acordo com os resultados, o aumento no tempo de instrumentação além do recomendado pelo fabricante proporcionou um aumento no volume e área de superfície do canal radicular instrumentado e não instrumentado, assim como um maior volume de dentina removida.

Üreyen Kaya *et al.* (2019) investigaram a redução bacteriana alcançada com WaveOne Gold (Dentsply Sirona, Ballaigues, Suíça), Hyflex EDM (Coltene, Altstätten, Suíça) e XP-endo Shaper em dentes extraídos e que foram posteriormente infectados com *Enterococcus faecalis*. Setenta e quatro pré-molares inferiores com canais radiculares retos e com formato oval foram selecionados e submetidos à instrumentação. Amostras bacterianas foram coletadas com pontas de papel estéreis antes e após a instrumentação para quantificar a carga bacteriana. Os resultados mostraram que o sistema Hyflex EDM e XP-endo Shaper reduziram de forma significativamente maior a contagem bacteriana em relação WaveOne Gold. Nenhum sistema proporcionou canais completamente livres de bactéria.

Zhao *et al.* (2019) avaliaram por micro-CT o efeito da instrumentação e irrigação em dentes extraídos, a porcentagem de paredes não tocadas pela instrumentação e o acúmulo de detritos dentinários de canais em formato de C. Foram utilizados setenta molares inferiores, escaneados antes e após instrumentação com os sistemas Reciproc Blue (VDW, Munique, Alemanha) e XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-deFonds, Suíça). Os sistemas RB e XP-S foram similares na instrumentação das paredes dos canais, no entanto, RB deixou níveis significativamente maiores de detritos que XP-S.

Pérez *et al.* (2020) avaliaram em molares superiores e inferiores extraídos a capacidade de limpeza, formatação e desinfecção dos sistemas XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-deFonds, Suíça) e Reciproc Blue (VDW, Munique, Alemanha). Os dentes foram escaneados e pareados anatomicamente com as similaridades por meio de micro-CT. Os dentes foram divididos em grupos: XP- endo Shaper (n=16) e Reciproc Blue (n=16). Foram realizados micro-CT na fase pré-instrumentação e pós-instrumentação para identificar áreas não preparadas pela instrumentação. Os canais foram preparados seguindo o protocolo de instrumentação dos fabricantes e irrigados com 5 mL de NaOCl 2.5% e 5 mL de solução de EDTA 17% ao final da instrumentação. Os dentes foram também avaliados histologicamente quanto a presença de bactérias e remanescente de tecido pulpar no terço apical. Os resultados evidenciaram áreas de superfície não preparadas para XP-endo Shaper e Reciproc Blue em todo o comprimento do canal, aproximadamente 26% e 19% respectivamente e 30% e 23% na porção apical do canal. Não houve diferença estatística entre os grupos ( $P > 0.05$ ). Reciproc Blue resultou em 37,5% de canais livres de bactérias em todas as seções examinadas e 56% apenas nas seções apicais. XP-endo Shaper resultou em 44% de canais livres de bactérias em todas as seções e 56% somente na parte apical do canal. Tecido pulpar remanescente não foi observado em 31% (todas as seções do canal) e 50% (seções do canal apical) das amostras de ambos os sistemas. Não foram observadas diferenças significativas entre os instrumentos ao comparar a quantidade de restos de tecido pulpar e o número de casos negativo para bactérias e restos de tecido pulpar. Ambos os sistemas tiveram desempenho semelhante na limpeza e desinfecção dos canais radiculares. Canais irregulares e áreas de difícil acesso não foram completamente limpas e desinfetadas por nenhum sistema.

### **3 HIPÓTESES**

- a) Hipótese Nula: Não haverá diferença entre os sistemas Reciproc Blue e XP-endo Shaper-Finisher em relação à redução da carga bacteriana;
- b) Hipótese alternativa: Haverá diferença entre os sistemas Reciproc Blue e XP-endo Shaper-Finisher em relação à redução da carga bacteriana.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral**

Avaliar a eficácia dos sistemas Reciproc Blue, XP-endo Shaper e XP-endo Finisher quanto a capacidade de reduzir a carga bacteriana dos canais radiculares de dentes humanos, unirradiculares e com canal único, de formato oval, com diagnóstico de necrose pulpar e periodontite apical assintomática.

### **4.2 Objetivos específicos**

- a) avaliar quantitativamente a redução da carga bacteriana dos canais radiculares através de PCR em tempo real (qPCR) pela quantificação do gene 16S rRNA, antes e após o preparo químico-mecânico com o sistema Reciproc Blue;
- b) avaliar quantitativamente a redução da carga bacteriana dos canais radiculares através de PCR em tempo real (qPCR) pela quantificação do gene 16S rRNA, antes e após o preparo químico-mecânico com os sistemas XP-endo Shaper e XP-endo Finisher.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, PUC Minas CAAE 97131918.7.0000.5137 (ANEXO A).

### 5.1 Tamanho estimado da amostra

O cálculo estimado do tamanho da amostra para avaliar as diferenças entre os grupos foi baseado no estudo de De-Deus *et al.* (2019a). Um efeito de 0,8 foi calculado e inserida em uma análise de teste de variância da família F, juntamente com um erro tipo alfa de 5% e poder beta de 97% (G\* Power 3.0 para Machintosh; Heinrich Heine, Universitat Dusseldorf, Dusseldorf, Alemanha). O cálculo demonstrou que um mínimo de 12 amostras por grupo seria necessário para avaliar a redução microbiana.

### 5.2 Seleção dos dentes

Foram selecionados pacientes para tratamento endodôntico de dentes com diagnóstico de necrose pulpar e periodontite apical assintomática. Foram incluídos vinte oito dentes unirradiculares e com canal único de 18 pacientes (12 mulheres e 6 homens; idade média de 39 anos, variação de 18 a 78 anos). Os dentes incluídos no estudo foram 9 incisivos inferiores, 4 caninos superiores e 2 inferiores, 7 segundos pré- molares superiores e 6 pré-molares inferiores, todos os dentes com paredes intactas da câmara pulpar e com diagnóstico de necrose pulpar confirmado por exames clínicos e evidência radiográfica de radiolusência apical. Os dentes foram radiografados em posição ortogonal mesial e distal e somente os canais que apresentaram um diâmetro vestibulo-lingual 4 vezes maior que o diâmetro mesio-distal foram selecionados como ovais e achatados (VERSIANI; PÉCORA; DE SOUSA-NETO, 2011). Os critérios de exclusão foram dentes com lesão de cárie extensa com exposição da cavidade pulpar, trinca ou fratura de raiz, rizogênese incompleta, dentes sintomáticos, bolsa periodontal superior a 4 mm e pacientes que receberam antibioticoterapia nos 03 meses anteriores aos procedimentos.

### 5.3 Obtenção das amostras e procedimentos do tratamento

Amostras foram coletadas após estritas medidas antissépticas que incluíam

procedimentos iniciais de limpeza e polimento coronário do dente e adjacentes e em seguida bochecho com solução de gluconato de clorexidina 0,12% por 01 minuto. O tratamento foi conduzido com isolamento absoluto. O protocolo de desinfecção foi realizado em duas etapas no campo operatório com o uso sequencial de peróxido de hidrogênio 3% e de NaOCl 5.25% por meio de mechas de algodão estéreis, utilizando pinça de algodão estéril previamente flambada em lamparina para execução dos procedimentos. Este protocolo de desinfecção foi aplicado antes e depois de concluir a cavidade do acesso. Uma solução tiosulfato de sódio a 5% foi usada para inativar resíduos de NaOCl. Foram obtidas amostras de controle de esterilidade, retirados do ângulo cavo-superficial do acesso da cavidade, esfregando-se 03 pontas de papel estéreis (Fig. 1) (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça) (NEVES *et al.*, 2016).

**Figura 1. Controle de esterilidade**



**Fonte: Elaborado pelo autor**

Após a conclusão do acesso coronário por meio de brocas carbide 1557 e Endo-Z (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça), foi realizado a exploração do canal radicular com uma lima manual tipo K # 15 e 20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Nesta etapa, o canal radicular foi irrigado com 3 mL de tiosulfato de sódio 5%, e o canal explorado com movimentos circunferencial de limagem até atingir o comprimento do dente na radiografia (CDR).

Para obtenção das amostras biológicas iniciais S1 nos grupos, foram utilizados três cones de papel absorvente # 20, um de cada vez, inseridos próximo ao CDR no interior do

canal radicular e mantido por um minuto para absorver o fluido do canal. Em ambos os grupos, finalizado a instrumentação, os canais foram irrigados com 3 mL de tiosulfato de sódio 5% para eliminar resíduo de NaOCl e novas amostras microbiológicas S2 foram obtidas com 3 cones de papel de calibre compatível com a instrumentação final. Os cones de papel foram inseridos em um Eppendorf (Fig. 2) contendo 1 mL de água Milli-Q. Foram armazenados em caixa térmica com gelo e transportados para o laboratório de microbiologia em menos de 02 horas onde foram homogeneizados em vórtex (Fig. 3) por 3 minutos e em seguida retirados com uma pinça estéril. Os Eppendorfs foram armazenados em freezer à -80°C (Fig. 4). A instrumentação dos canais foi realizada na mesma sessão em todos os dentes.

**Figura 2. Cones de papel inseridos em Eppendorf**



**Fonte: Elaborado pelo autor**

**Figura 3. Amostra biológica homogeneizada em vortex**



Fonte: Elaborado pelo autor

**Figura 4. Eppendorfs armazenados em freezer à -80°C**

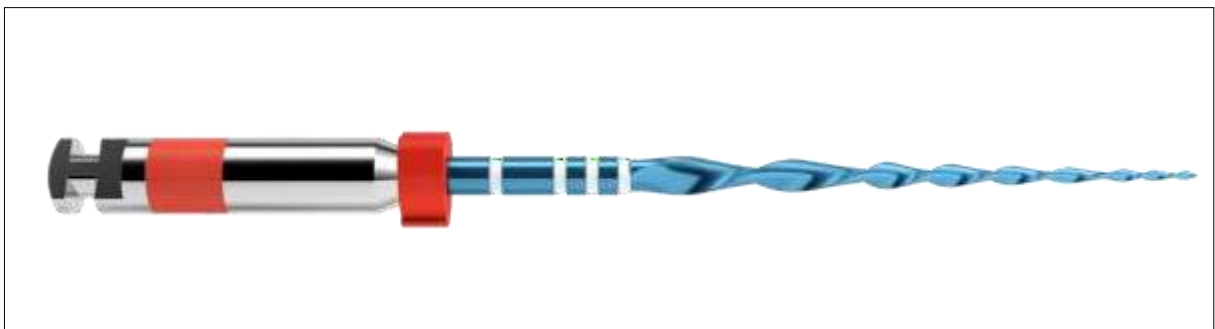


Fonte: Elaborado pelo autor

Os dentes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos de acordo com a técnica de instrumentação. Grupo-1 RB (n=14) e grupo-2 XP-Endo (XP-S e XP-F) (n=14). Foi utilizado o aplicativo Randomize (disponível: <https://apps.apple.com/au/app/randomize-randomization-tool/id1490735869>), para fazer realizar randomização dos grupos.

No grupo-1, o preparo químico-mecânico foi realizado com sistema Reciproc Blue (Fig. 5), R25 (VDW, Munique, Alemanha) de acordo com a técnica proposta pelo fabricante. Em ambos os grupos foi realizada a odontometria com uso de localizador eletrônico Root ZX II (J Morita, California, Estados Unidos da América) e estabelecido o comprimento de patência (CP) do canal. Foi utilizado o motor elétrico VDW Silver (VDW, Munique, Alemanha) usando os ajustes predefinidos. O instrumento foi inserido no canal até sentir resistência e em seguida, ativado e movimentado em direção apical com movimentos de entrada e saída de aproximadamente 3 mm. Após 3 movimentos o instrumento foi removido, limpo e o canal foi irrigado com NaOCl a 5.25%. Esses procedimentos foram repetidos até que o CP fosse alcançado pelo instrumento. Cada canal radicular foi instrumentado com um único instrumento RB e cada instrumento foi utilizado para preparar apenas 1 canal. A patência do forame foi confirmada com uma lima manual tipo K #15. A irrigação foi feita com uso seringa descartável 30-G, agulhas NaviTip (Ultradent, South Jordan, UT) recuado 2 mm do comprimento do CP. Para remoção da smear layer, o canal foi irrigado com 5 mL de EDTA 17% e depois 5 mL de NaOCl a 5.25%. Um volume total de 25 mL de NaOCl foi irrigado por canal e um tempo médio de exposição de 10 minutos contado a partir da primeira irrigação até irrigação final após uso de EDTA. Após a secagem do canal radicular com ponta de papel estéril, foi realizada nova irrigação com 5 mL tiosulfato de sódio a 5% e após 1 minuto foi obtida uma amostra pós-operatória por meio de três cones de papel absorvente (S2).

**Figura 5. Instrumento Reciproc Blue R25**



Fonte: VDW, 2020

No grupo 2, o preparo químico-mecânico foi realizado com sistema XP-Endo Shaper (Fig. 6) e Finisher (Fig. 7) de acordo com a técnica proposta pelo fabricante. O instrumento XP-S foi acionado com rotação de 800 rpm e torque de 1 Ncm. O instrumento foi inserido no canal e realizados movimentos de entrada e saída de aproximadamente 3 a 4 mm, sentido coroa-ápice, com 05 ciclos de 10 segundos até atingir o comprimento de trabalho (CT), 0.5 mm menor que o CP estabelecido pelo localizador eletrônico e irrigação com uso seringa descartável 30-G, agulha NaviTip, com 5 mL de de NaOCl 5.25%. De forma idêntica ao grupo 1, um volume total de 25 mL de NaOCl foi irrigado por canal e um tempo médio de exposição de 10 minutos contado a partir da primeira irrigação até irrigação final após uso de EDTA. Após a secagem do canal radicular com ponta de papel estéril, foi realizada nova irrigação com 5 mL tiosulfato de sódio a 5% e após 1 minuto foi obtida uma amostra pós-operatória (S2). Em seguida, o canal radicular foi irrigado novamente com 5 mL de NaOCl 5.25% e o instrumento XP-F foi acionado com rotação de 800 rpm e torque de 1 Ncm com movimentos suaves de 7-8 mm contra as paredes do canal radicular por 1 minuto. Após a secagem do canal radicular com ponta de papel estéril, foi realizada nova irrigação com 5 mL tiosulfato de sódio a 5% e após 1 minuto foi obtida uma nova amostra pós-operatória (S3).

**Figura 6. Instrumento XP-endo Shaper**



Fonte: FKG SWISS ENDO, 2020a

**Figura 7. Instrumento XP-endo Finisher**



Fonte: Fonte: FKG SWISS ENDO, 2020b

Os canais foram instrumentados seguindo o protocolo recomendado pelo fabricante. Cada canal radicular foi instrumentado com um único instrumento e cada instrumento foi utilizado para preparar apenas 1 canal. Para eliminar variabilidade entre operadores, apenas um profissional especialista em endodontia e com experiência com os sistemas pesquisados executou todos os procedimentos.

#### **5.4 Análise Quantitativa PCR Real-Time (qPCR)**

O DNA total bacteriano das amostras foi extraído com o auxílio do Kit MiniSpin de extração de DNA (Kasvi, Brasil), de acordo com as instruções do fabricante, e quantificado utilizando o espectrofotômetro NanoDrop ND-1000 (Thermofisher, Estados Unidos).

A quantificação bacteriana total foi determinada por qPCR utilizando o equipamento Applied Biosystems 7500 Real-Time PCR System (Thermofisher, Estados Unidos), empregando primers universais para o gene 16S rRNA (338F: TACGGGAGGCAGCAG; 518R: ATTACCGCGGCTGCTGG) (MUYZER; DE WAAL; UITTERLINDEN, 1993). O

ensaio foi realizado com 1 µL de molde de DNA e 5 µL de Power SYBR Green PCR Master Mix (Thermofisher, Estados Unidos) a um volume final de 10 µL. O programa consistiu em um ciclo de desnaturação de 10 minutos a 95°C, seguido de 40 ciclos de 15s a 95°C e 60s a 60°C. Após 40 ciclos, uma curva de dissociação (*melting*) com uma rampa entre 60°C e 95°C foi determinada com uma leitura a cada 0,2°C usando a fluorescência SYBR. Uma curva padrão foi preparada a partir de uma diluição seriada na base de 10 vezes do *pool* de todas as amostras extraídas de DNA, que foram amplificadas usando PCR convencional e os mesmos iniciadores foram empregados para qPCR ( $R^2 > 0,99$ , eficiência = 106%). Todas as amostras foram analisadas em triplicata, incluindo o padrão e os controles.

#### **5.5 Análise estatística**

Os dados de contagem bacteriana total foram coletados em três momentos diferentes para cada paciente: S1, S2 e S3. A regressão de Poisson é a abordagem básica para a modelagem de dados de contagem bacteriana, mas não pôde ser utilizada no presente estudo porque os dados foram superdispersos com a variação maior que a média. Portanto, diferentes variantes do modelo de Poisson, incluindo o modelo binomial negativo (BN) e o modelo quasipoisson foram consideradas. O teste de ANOVA foi utilizado para testar os modelos ( $p < 0,05$ ). Foi selecionado o modelo BN com a introdução de efeitos aleatórios do paciente. O

modelo de efeitos aleatórios BN foi ajustado para as diferenças significativas nas contagens bacterianas em S1 entre os tratamentos RB e XP-Endo (houve significativamente mais contagens de bactérias no tratamento RB comparado ao tratamento no grupo XP-Endo em S1). As análises estatísticas foram realizadas usando o Programa R versão 3.5.1, utilizando os pacotes MASS e lme4.

## 6 ARTIGO CIENTÍFICO 1

**Quantitative assessment of the efficacy of two different single-file systems in reducing the bacterial load in oval- shaped canals: a clinical study**

Submetido e publicado no periódico **Journal of Endodontics (Qualis: A1)**.

As normas para submissão encontram-se no endereço:

<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-endodontics/0099-2399/guide-for-authors>.

**Quantitative Assessment of the Efficacy of Two Different Single-file Systems in Reducing the Bacterial load in Oval- Shaped Canals: A Clinical Study**

**Rodrigo Rodrigues Amaral<sup>\*‡</sup>, Anna Gabriella Guimarães Oliveira<sup>‡</sup>, Tiago Braga<sup>\*</sup>, Peter Reher<sup>\*</sup>, Luiz de Macêdo Farias<sup>‡</sup>, Paula Prazeres Magalhães<sup>‡</sup>, Pedro Gonçalves Ferreira<sup>‡</sup>, Maria Ilma de Souza Côrtes<sup>‡</sup>**

<sup>\*</sup>School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia.

<sup>‡</sup>Institute of Biological Sciences, Department of Microbiology, Laboratory of Oral Microbiology and Anaerobes, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>‡</sup>Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

**Acknowledgments**

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Finance Code 001

The authors deny any conflicts of interest related to this study

**Corresponding author address:**

Rodrigo Rodrigues Amaral

Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46-Sala 101 – Coração Eucarístico, 30535-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.

dr.rodrigoamaral@gmail.com

## ABSTRACT

**Introduction:** This randomized clinical study compared the *in vivo* antibacterial efficacy of Reciproc Blue (RB), XP-endo Shaper (XP-S), XP-endo Shaper associated with XP-endo Finisher (XP-F) systems in infected oval-shaped root canals with primary apical periodontitis.

**Methods:** In this study, 28 human teeth with a single root and a single canal were randomly assigned to two groups according to the instrumentation technique: group-1, RB (n = 14) and group-2, XP-endo (XP-S and XP-F, n = 14). The single-rooted teeth were prepared by reciprocating and rotary nickel-titanium (NiTi) instruments with 5.25% sodium hypochlorite irrigation. Samples were collected from the canal at the baseline (S1), after chemomechanical preparation (S2), and after XP-F instrumentation (S3). The DNA extracts were subjected to quantitative analysis for total bacterial counts by quantitative real-time polymerase chain reaction. The data were analyzed using the analysis of variance test (ANOVA), and the level of significance was set at 5%.

**Results:** All samples tested positive for the presence of bacteria at baseline, and the bacterial counts substantially reduced after treatment procedures ( $P < 0.01$ ). The results showed no statistical difference between RB and XP-S instrumentation with respect to the bacterial reduction ( $P > 0.05$ ). A marked bacterial reduction was observed after the use of the XP-F instrument ( $P < 0.01$ ).

**Conclusion:** The XP-S and RB systems sharply reduced the bacterial load in oval-shaped root canals with primary apical periodontitis. XP-F, used as a supplementary instrument to chemomechanical preparation, promoted a significantly higher bacterial reduction.

**Keywords:** Apical periodontitis, bacterial reduction, quantitative real-time polymerase chain reaction, endodontic treatment.

## Introduction

One of the primary goals of root canal instrumentation is to eradicate bacterial colonization or to reduce the bacterial load to levels that permit periradicular tissue healing (1). The effects of chemomechanical debridement significantly improve when antimicrobial substances are used for irrigation such as sodium hypochlorite (NaOCl), which is considered a highly effective antimicrobial solution (2). However, the effects are restricted to the main root canal, and instruments usually fail to touch all the walls, causing unprepared areas to harbor microorganisms (3). In addition to that, studies have revealed that chemomechanical preparation using NaOCl at different concentrations is not able to render root canals free of bacteria, and 40% to 60% of the root canals are still positive for bacterial presence (1,4).

Over the last few decades, instruments with different designs and concepts have been introduced to deal with canals of complex anatomy, including oval-shaped canals. They include TrueShape (Dentsply Sirona, Tulsa, OK) (5), Self-Adjusting File (ReDentNOVA, Ra'anana, Israel) (6), and XP-endo Shaper and Finisher (FKG, Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) systems (7). It is widely recognized that oval-shaped canals provide a challenging task for adequate root canal cleaning, shaping, and disinfection (8–10). The unprepared areas may harbor microorganisms and pulp tissue remnants, irrespective of the instruments used (11–14).

A study using a correlative micro-computed tomography (micro-CT) and microscopic approach reported that most non-instrumented areas from vital and necrotic teeth contained tissue remnants and bacteria, except for the coronal portion of teeth with vital pulps (12). Mandibular incisors, maxillary second premolars, and distal root of mandibular molars most commonly present the oval-shaped canals (9). According to an *in vitro* research on oval-shaped canals using micro-CT, the images showed that the number of untouched areas of the total canal length ranged from 59.6% to 79.9% (15).

Single-file instrumentation systems are being widely used over the last few years to shape root canals. The preparation with a single instrument is potentially time saving and cost-effective as compared to multiple rotary instruments systems. Moreover, the new generation of instruments has undergone improvements in the treatment of nickel-titanium (NiTi), such as electropolishing and thermal treatment protocols, providing more flexibility and improvement of the mechanical properties of the NiTi instruments (16,17). However, more knowledge is required about the efficiency and ability of the new instruments to three-

dimensionally shape the root canal and maximally reduce the bacterial counts to levels that allow periradicular tissue healing, which is paramount for optimal treatment outcomes (1).

Reciproc Blue (RB; VDW, Munich, Germany) is a reciprocating NiTi system that has a distinctive blue color due to a thermal process, resulting in a visible titanium oxide layer on the surface of the instrument. According to the manufacturer, it regulates the phase transition temperatures, rendering part of the crystallographic structure of the alloy and creating a predetermined shape memory. The RB instrument has a non-cutting tip enabling better centering between the canal walls. Cutting performance and high efficiency can be attributed to the S-shaped cross-section, taper, and cutting angles (18). This new generation of heat-treated instruments are more flexible and fatigue resistant when compared to instruments made of M-wire, due to the alteration of the molecular alloy structure (19,20).

Recently, a heat-treated snake-shaped NiTi rotary instrument, XP-endo Shaper (XP-S) (FKG Dentaire, Chaux-de-Fonds, Switzerland) was introduced. It is made from a special alloy called MaxWire (Martensite-Austenite electropolish-fleX). The manufacturer claims that it has an initial taper of .01 in the “M” phase, but the XP-S expands inside the canal to a taper of .04 when exposed to body temperature, preparing areas of the canal space that conventional NiTi systems cannot access (21). Apparently, it can expand and contract to adapt itself to the canal morphology. The interplay between a specific predetermined snake shape and the extreme flexibility allows this instrument to contract. The Booster tip has six cutting edges that enables the file to enlarge the apical area from size #15 to #30, respecting the trajectory of the canal (22,23).

The XP-endo Finisher (XP-F) (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds) is also a new file that was introduced for use after root canal instrumentation as a final approach. The manufacturer states that it provides optimal cleaning of the root canal system and disrupts the bacterial biofilm while preserving the dentin. Similar to XP-S, it is made from the special NiTi proprietary alloy MaxWire, and it consists of a small core size (tip size #25, non-tapered) that is straight at room temperature, but expands in its apical portion and forms a spoon-like shape when placed inside the canal at body temperature (7,24).

The present randomized clinical study was undertaken to evaluate the *in vivo* antibacterial efficacy of two different single-file systems in oval-shaped root canals. The reduction of the total bacterial levels was assessed by employing quantitative real-time polymerase chain reaction (qPCR).

The null hypothesis tested was as follows:

1. There is no significant difference in the intracanal bacterial reduction load between the RB and XP-S instruments.
2. There is no significant difference in the reduction of the intracanal bacterial load with the additional use of XP-F in the XP-S group.

### **Materials and Methods Patients and Case Selection**

A total of 125 patients were selected for the treatment of asymptomatic apical periodontitis associated with mature teeth, from March 2018 to October 2019. The inclusion criteria consisted of teeth with a single root and a single canal presenting with a carious lesion with intact pulp chamber walls, necrotic pulp clinically confirmed by pulpal sensitivity tests, and clinical and radiographic evidence of primary apical periodontitis. The exclusion criteria were teeth with extensive crown destruction by caries that did not permit rubber dam placement, presence of root or crown fracture, teeth subjected to previous endodontic treatment, symptomatic teeth, patients who received antibiotic therapy in the last 3 months, and patients with periodontal pockets deeper than 4 mm.

The final study population consisted of 18 patients (12 females and 6 males; mean age 39 years, range, 18-78 years). Some patients contributed with more than 1 tooth. The teeth included in the study were 9 mandibular incisors, 4 maxillary and 2 mandibular canines, 9 maxillary second premolars and 6 mandibular premolars. The included patients had no systemic disease. Radiographs of the teeth were recorded from the orthogonal, mesial, and distal positions, and only the root canals presenting a buccolingual diameter four times greater than the mesiodistal diameter, ~~were~~ classified as oval and flat, were included in this study (25). Approval for the study protocol was obtained from the Ethics Committee of the Pontifical Catholic University of Minas Gerais, CAAE 9713.1918.7.0000.5137, and informed consent was obtained from all participating individuals.

### **Sample Size Calculation**

Based on a previous study (26), a given 0.91 effect size was input together with an alpha- type error of 0.05 and power 0,95 into an analysis of variance (ANOVA) repeated measures within factors from the F family (G\*Power 3.1 for Macintosh; Heinrich Heine, Universität Düsseldorf, Dusseldorf, Germany). The results revealed the need for a minimum of 14

samples to highlight the impact of intracanal bacterial reduction promoted by RB, XP-S, and supplementary instrument XP-F systems in long-oval shaped canals.

### **Sample Collection**

Samples were collected from the root canals under strict asepsis, which included scaling of the tooth and cleaning with pumice, removal of caries and previous coronal restorations under saline irrigation. A rubber dam was applied, and the operative field (tooth, clamp, and dam) was disinfected by a two-step disinfection protocol with the sequential use of 3% hydrogen peroxide and 5.25% NaOCl both before and after the preparation of the access cavity. The second step was performed after access preparation, and it included the pulp chamber. Following this, 5% sodium thiosulfate was used to inactivate 5.25% NaOCl, and sterility control samples were collected from the internal surfaces of the cavosurface angle of the access cavity by scrubbing with sterile paper points (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (27). The area sampled served as the sterility control, because the paper points used later for collecting root canal samples could accidentally touch the access cavity walls. Paper points were transferred aseptically to a cryotube containing Milli-Q® water and immediately frozen at  $-80^{\circ}\text{C}$ . For the inclusion of the tooth in the study, these control samples had to test negative in the end-point PCR using universal bacterial primers, and the initial sample collected at baseline had to test positive for bacterial presence. Before chemomechanical procedures, an initial sample was collected from the root canal and served as the baseline (S1). Sterile 5% sodium thiosulfate solution was carefully used to irrigate the root canal without overflowing, and a sterile single-use K-type hand file #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was placed 1 mm short of the root apex as determined radiographically. This instrument was gently used in a circumferential filing motion to suspend the canal contents in the sodium thiosulfate solution. Sterile paper points were consecutively placed in the canal to a level approximately 1 mm short of the radiographic root apex to soak up the fluid in the canal. Each paper point was left in the canal for 1 min. The paper points were then inserted in tubes containing 1 mL of sterile Milli-Q® water, which were homogenized in a vortex for 3 min. Subsequently, the paper points were removed with sterile tweezers, and the tubes were cooled in a freezer at  $-80^{\circ}\text{C}$ . The same procedures were performed to obtain samples after chemomechanical preparation (S2) and after XP-F instrumentation (S3).

## Root Canal Treatment Procedures

The selected teeth were randomly assigned to two groups according to the instrumentation technique: group-1 RB, (n = 14) and group-2, XP-endo (n = 14). Two teeth in group-1 were excluded because of positive results in sterility controls. Additional specimens were used to compensate two samples losses. The canal instrumentation was completed in the same appointment in all cases. In all groups, a mean volume of 25 mL of 5.25% NaOCl was used for irrigation per root canal, and an average exposure time of 12 min was counted from the first irrigation until final irrigation after the use of EDTA. Irrigants were delivered using 30-gauge NaviTip needles (Ultradent, South Jordan, UT) reaching up to 2 mm short of the WL. This irrigation protocol was standardized. Each instrument was used to prepare only one canal, and all teeth were obturated in a single visit. To eliminate variability between operators, all canals were prepared by a single endodontics specialist.

After collecting S1 samples in both groups, the root canal was irrigated with 5 mL of 5.25% NaOCl. A glide path was established using a size #15 K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) to establish the apical foramen patency using an electronic apex locator (Root ZX II; J Morita, California, USA) and confirmed by radiographs. Patency was achieved for all canals included in this study. In the RB group, a file of #25 size and .08 taper was introduced into the canal and used on “Reciproc ALL” working mode as recommended by the manufacturer and powered by an electric motor (VDW Silver; VDW). The instrument was used in a slow in-and-out motion, approximately 3 mm in amplitude in the apical direction for 10 s, using a gentle brushing motion against the canal wall. After three apical motions, the file was removed from the canal and cleaned. The canal was subsequently irrigated with 5 mL of 5.25% NaOCl. Irrigants were delivered using 30-gauge NaviTip needles (Ultradent, South Jordan, UT) up to 2 mm short of the working length (WL). This procedure was performed twice until the WL was reached. The apical foramen patency was checked with a size #20 K-type hand file after preparation. Next, the root canal was irrigated with 5 mL 17% ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and then 5 mL 5.25% NaOCl to remove the smear layer. After chemomechanical preparation, the canal was flushed with 3 mL 5% sodium thiosulfate for 1 min to inactivate the 5.25% NaOCl, and the S2 sample was collected from the root canal.

In the XP-endo group, the instrument XP-S (size #30, .01 taper) was introduced into the canal and used on rotation mode at 800 rpm and 1 N-cm torque as per manufacturer

recommendations, powered by an electric motor (VDW Silver; VDW). Each root canal was filled with 5 mL of 5.25% NaOCl. The file was used for 10 s with slightly up-and-down movements, gentle strokes, with amplitude of 3 mm up to the WL. When the instrument failed to reach the WL after the initial five strokes, the canals were irrigated with 5 mL of 5.25% NaOCl, recapitulated, and continued again with the XP-S instrument. Once the file reached the WL, three cycles of 10 more up-and-down motions were applied. Irrigants were delivered using 30-gauge NaviTip needles (Ultradent, South Jordan, UT) up to 2 mm short of the WL. The same procedures employed in group 1 to remove the smear layer and to inactivate the 5.25% NaOCl were performed, and the S2 sample was collected from the root canal. Following this, the canals were irrigated with 5 mL of 5.25% NaOCl. The XP-F instrument (size #25, taper .00) was inserted up to WL and activated for 60 s on rotation mode at 800 rpm and 1 N-cm torque with a slow and gentle lengthwise up-and-down movements of 7-10 mm to contact the entire length of the canal (28). Subsequently, the root canal was flushed with 3 mL of 5% sodium thiosulfate and the S3 sample was collected from the root canal.

#### DNA Extraction and Quantitative Polymerase-Chain-Reaction Analysis

The total bacterial DNA of the samples was extracted with the aid of the MiniSpin DNA extraction kit (Kasvi, Brazil) according to the manufacturer's instructions. The samples were quantified using the NanoDrop ND-1000 spectrophotometer (Thermofisher, United States). The total bacterial quantification was determined by qPCR using the Applied Biosystems 7500 Real-Time PCR System (Thermofisher, United States), with universal primers for the 16S rRNA gene (338F: TACGGGAGGCAGCAG; 518R: ATTACCGCGGCTGCTGG) (29). The assay was performed with 1  $\mu$ L of DNA template and 5  $\mu$ L of Power SYBR Green PCR Master Mix (Thermofisher, United States) in a final volume of 10  $\mu$ L. The program consisted of a 10-min denaturation cycle at 95°C, followed by 40 cycles of 15 s at 95°C and 60 s at 60°C. After 40 cycles, a melting curve with a ramp between 60°C and 95°C was determined with a reading every 0.2°C using SYBR fluorescence. A standard curve was prepared from a 10-fold serial dilution of the pool of all DNA-extracted samples, which were amplified using conventional PCR, and the same primers were used for qPCR ( $R^2 > 0.99$ , efficiency = 106 %). All samples were analyzed in triplicate, including the standard and controls.

## Statistical Analysis

The total bacterial count samples data were collected at three different times for each patient: S1, S2, and S3. Poisson regression is the primary approach for modeling bacterial count data, but it could not be used in the present study because the data were overdispersed with more significant than average variation. Therefore, different variants of the Poisson model, including the negative binomial model (BN) and the quasipoisson model were considered. The ANOVA test was used to test the models ( $p < 0.05$ ). The BN model was selected with the introduction of random patient effects. The BN random-effects model was adjusted for the significant differences in bacterial counts in S1 sample between the RB and XP-S and XP-F treatments. There were significantly more bacterial counts in the RB treatment as compared to the XP-S and XP-F treatment in S1 sample. Statistical analyses were performed using Program R version 3.5.1, using the MASS and lme4 packages.

## Results

Groups 1 and 2 were instrumented and obturated in a single session. Patients were contacted by phone 72 hours after treatment, and no patient reported acute postoperative pain, flare-up, or any discomfort. It was not necessary to prescribe an analgesic or anti-inflammatory for any patient.

For the inclusion of the tooth in the study, sterility control samples had to test negative for PCR using universal primers and positive for bacterial presence in S1

Two samples were excluded from group 1 because they tested positive for sterility control in the initial pre-instrumentation phase, but no sample was excluded from group 2. Two patients were replaced by another two individuals selected from the dental clinic at Pontifical Catholic University according to the inclusion/exclusion criteria. All teeth showed negative results for sterility control and positive results for initial microbial count.

Quantitative data are summarized in Table 1. The reduction in the microbial count was observed in both groups in phases S2 and S3. An average of  $3.57 \times 10^8$  bacterial cells was found in S1 samples and decreased sharply in the RB group after instrumentation to an average of  $3.08 \times 10^5$  ( $P < 0.001$ ). The S2 sample represented 0.09% of S1 (99.91% bacterial reduction). In the XP-S/XP-F group, an average of  $2.62 \times 10^7$  bacterial cells was found in the S1 sample, which decreased markedly after instrumentation with XP-S to an average of 3.06

$\times 10^4$  ( $P < 0.001$ ). The S2 sample represented 0.02% of S1 (99.88% of microbial reduction). An average of  $5.13 \times 10^3$  bacterial cells was observed after using the XP-F instrument, with a total bacterial reduction of 99.98% of S1-S3 ( $P < 0.001$ ). A marked intra-group bacterial reduction ( $P < 0.001$ ) can be seen in groups RB and XP-S/XP-F in phases S1, S2, and S3 (Fig. 1).

Quantitative assessment of inter-group microbial reduction is shown in Graph 2. The microbial reduction data for S2 and S3 samples were compared between groups after adjusting for the bacterial count in S1. There was no statistical difference between the groups ( $P > 0.05$ ) when analyzing the data in the S2 sample (Fig. 2). A marked bacterial reduction was observed after obtaining the S3 sample following the use of the XP-F instrument ( $P < 0.01$ ) when compared to the S2 sample. There was a statistically significant difference ( $P < 0.01$ ) between the groups in S2 and S3.

## Discussion

Endodontics has achieved significant advances in recent decades with the development of new instruments (16,17). Despite this, a constant and permanent challenge for endodontists is the preparation of the oval-shaped root canal. It represents a root area that is difficult to access, clean, and obturate (12,16,25).

The new single-file instruments developed to prepare the root canal cannot contact all the canal walls (12), resulting in the presence of necrotic pulp tissue and/or bacteria in the areas that are not instrumented (14). Enlarging the root preparation with instruments of different diameters does not solve the problem and increases the susceptibility to root fracture (30).

Different systems have been proposed to overcome the difficulties and limitations with the instrumentation of oval-shaped canals, such as the TrueShape (Dentsply Tulsa Dental Specialties) and Self-Adjusting file (ReDent NOVA, Ra'anana Israel) systems. These systems were also not able to overcome all limitations and challenges (10). Research carried out with micro-CT showed a large area of the root surface that remains untouched in oval-shaped canals, regardless of the instruments used (5,31,32). The effectiveness of these single file instrumentation systems in reducing microbial load is still unknown in clinical studies.

The overall mean of bacterial reduction was 99.91% for RB and 99.88% for XP-S in S2 phase. The comparison between the groups in the S2 phase did not show statistical difference, ( $P > 0.05$ ). Thus, the first null hypothesis tested cannot be rejected. This result was different

from the *in vitro* study observed by Alves et al. (28), where a more significant microbial reduction was found in the XP-S group when compared with RB group using a saline solution as an irrigating agent to evaluate only the mechanical effects of instrumentation (33).

The instrumentation of the teeth followed the protocol recommended by the manufacturer. Due to the differences between the instrumentation protocols of both groups, possible differences occurred in the irrigant retention time in the root canal. Given the absence of significant differences between groups, these factors did not seem to influence the research results. Besides, the use of 5.25% NaOCl played an essential role in the microbial reduction in the groups (34).

The second result from this study indicated that a significant bacterial reduction of 99.98% was observed in S3 phase after using the XP-F instrument, ( $P < 0.01$ ). Thus, the second null hypothesis was rejected. This is consistent with the results of previous *in vitro* studies (33–36). In addition to that, Azim et al (37) concluded that XP endo Finisher appears to be more efficient than other 3 techniques in disinfecting the main canal space. According to Debelian and Trope (7), the XP-F instrument has a superior cleaning capacity over passive ultrasonic irrigation to remove the bacterial biofilm. Its exclusive property of expanding and promoting the agitation of the irrigating solution and adapting to the canal anatomy without removing the dental structure, makes this instrument essential in endodontic treatment.

One of the limitations of this research was the method of obtaining biological samples with a paper point, which only reveals the bacteriological conditions of the main canal and tissues in its immediate vicinity. The bacteria located in areas of the isthmus, apical and lateral ramifications, and dentinal tubules may not be detectable by paper point sampling (3). No conclusions can be drawn regarding the total bacterial reduction of the entire RCS.

This research used the qPCR approach to evaluate the effect of microbial reduction by different instrumentation systems. This culture-independent method can detect and quantify cultivable bacteria, non-cultivable bacteria, or those difficult to culture, and it can be considered an excellent option to evaluate the antibacterial effect of endodontic treatment on human teeth with pulpal necrosis and asymptomatic apical periodontitis (11,38). However, as it is a method based on DNA, one can also detect bacteria that were recently killed in the root canal.

All instruments used in this study were effective in reducing the bacterial load. Despite the

bacterial reduction after the instrumentation, all groups tested positive for bacterial presence, which is in accordance with previous *in vitro* studies (27,39,40). Further studies regarding rotary and reciprocating systems are required to investigate the efficacy of XP-F as a supplementary approach.

In conclusion, within the limitations of this study, it can be concluded that the XP-endo Shaper and Reciproc Blue systems sharply reduced the bacterial load in oval-shaped root canals of teeth with primary apical periodontitis. The XP-endo Finisher used as a supplementary instrument in the chemomechanical preparation promoted a significantly higher bacterial reduction.

### **Acknowledgments**

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

The authors deny any conflicts of interest related to this study.

### **References**

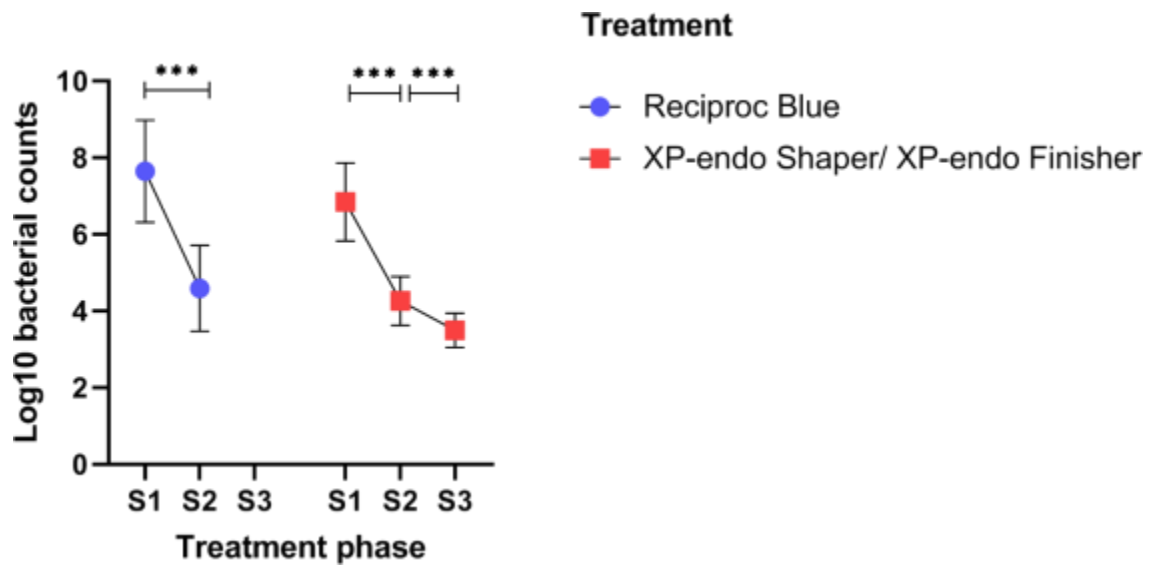
1. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical Implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod.* 2008;34:1291-1301.
2. Siqueira JF Jr, Pérez AR, Marceliano-Alves MF, et al. What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. *Int Endod J.* 2018;51:501–508.
3. Vera J, Siqueira JF Jr, Ricucci D, et al. One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: A histobacteriologic study. *J Endod.* 2012;38:1040–1052.
4. Ulin C, Magunacelaya-Barria, M Dahlén G, et al. Immediate clinical and microbiological evaluation of the effectiveness of 0.5% versus 3% sodium hypochlorite in root canal treatment: A quasi-randomized controlled trial. *Int Endod J.* 2020; 53:591-603.
5. 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;41:1545–1550.
6. Metzger Z, Zary R, Cohen R, et al. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: A three-dimensional micro-computed tomographic study. *J Endod* 2010;36:1569–1573.
7. Debelian G, Trope M. Cleaning the third dimension. *Endod Prac.* 2015;8:18–21.

8. Versiani MA, Leoni GB, Steier L, et al. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, reciproc, waveone, and protaper universal systems. *J Endod.* 2013;39:1060–1066.
9. Wu MK, R'oris A, Barkis D, et al. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89:739–743.
10. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, et al. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J.* 2018;51:564–571.
11. Rôças IN, Neves MA, Provenzano JC, et al. Susceptibility of as-yet-uncultivated and difficult-to-culture bacteria to chemomechanical procedures. *J Endod.* 2014;40:33–37.
12. Siqueira JF Jr, Alves FR, Versiani MA, et al. 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.
13. Zhao D, Shen Y, Peng B, et al. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel- titanium rotary instruments: A micro-computed tomographic study. *J Endod.* 2014;40:1860–1864.
14. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Marceliano-Alves MF, et al. Unprepared root canal surface areas: Causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res.* 2018;32:1–19.
15. Paqué F, Balmer M, Attin T, et al. 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.
16. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: A review. *J Endod.* 2004;30:559-567.
17. Plotino G, Grande NM, Porciani PF. Deformation and fracture incidence of reciproc instruments: A clinical evaluation. *Int Endod J.* 2015;48:199–205.
18. VDW Reciproc Blue Product Brochure. Available at: <https://www.vdw-dental.com/fileadmin/Dokumente/Sortiment/Aufbereitung/Reziproke-Aufbereitung/RECIPROC-blue/VDW-Dental-RECIPROCblue-User-Brochure-EN.pdf>. Accessed June 3, 2020.
19. De-Deus G, Silva EJNL, Vieira VTL, et al. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the reciproc files. *J Endod.* 2017;43:462–426.
20. Plotino G, Grande NM, Cotti E, et al. Blue treatment enhances cyclic fatigue resistance of vortex nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2014;40:1451–1453.

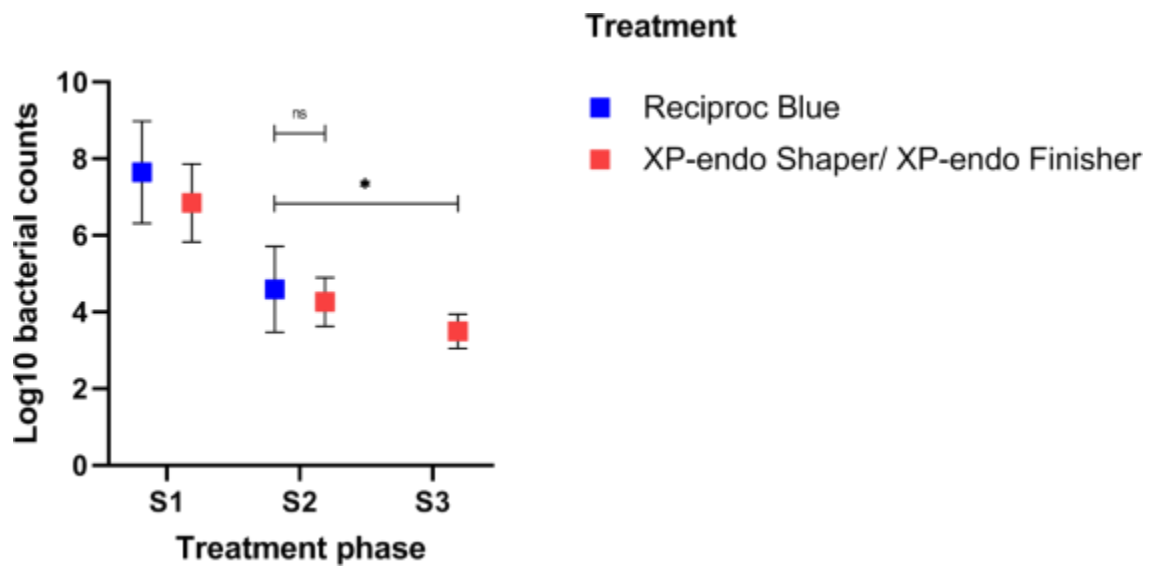
21. FKG XP endo Shaper. Available at: <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-shaper>. Accessed June 3, 2020.
22. Azim AA, Piasecki L, Da Silva Neto UX, et al. XP Shaper, A novel adaptive core rotary instrument: micro-computed tomographic analysis of its shaping abilities. *J Endod.* 2017;43:1532–1538.
23. De-Deus G, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, et al. Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. *Int Endod J.* 2019;52:337–342.
24. FKG XP endo Finisher. Available at: <https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-finisher>. Accessed June 3, 2020.
25. Versiani MA, Pécora JD, De Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: A micro-computed tomography study. *J Endod.* 2011;37:1002–1007.
26. De-Deus G, Belladonna FG, Zuolo AS, et al. Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation as final irrigation protocols on the removal of accumulated hard-tissue debris from oval shaped-canals. *Clin Oral Investig.* 2019;23:3087–3093.
27. Neves MA, Provenzano JC, Rôças IN, et al. Clinical antibacterial effectiveness of root canal preparation with reciprocating single-instrument or continuously rotating multi-instrument systems. *J Endod.* 2016;42:25–29.
28. Alves FR, Andrade-Junior CV, Marceliano-Alves MF, et al. Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: A correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. *J Endod.* 2016;42:1667–1672.
29. Muyzer G, De Waal EC, Uitterlinden AG. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. *Appl Environ Microbiol.* 1993;59:695–700.
30. Prado M, de Lima NRB, de Lima CO, et al. Resistance to vertical root fracture of root filled teeth using different conceptual approaches to canal preparation. *Int Endod J.* 2016;49:898–904.
31. Paiva SSM, Siqueira JF Jr, Rôças IN, et al. Clinical antimicrobial efficacy of niti rotary instrumentation with NaOCl irrigation, final rinse with chlorhexidine and interappointment medication: A molecular study. *Int Endod J.* 2013;46:225–233. Paqué F, Zehnder M, De-Deus G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file

- F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. *J Endod.* 2011;37:1394–1397.
32. Alves FR, Paiva PL, Marceliano-Alves MF, et al. Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by XP-endo Shaper and Reciproc instruments. *J Endod.* 2018;44:1173–1178.
  33. Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, et al. Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *enterococcus faecalis*. *J Endod.* 2010;36:520–523.
  34. Bao P, Shen Y, Lin J, et al. In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *J Endod.* 2017;43:321–325.
  35. Carvalho MC, Zuolo ML, Arruda-Vasconcelos R, et al. Effectiveness of XP-Endo Finisher in the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals. *Braz Oral Res.* 2019;33:1–8.
  36. Azim AA, Aksel H, Zhuang T, et al. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *J Endod.* 2016;42(6):928-934.
  37. Vianna ME, Horz HP, Conrads G, et al. Effect of root canal procedures on endotoxins and endodontic pathogens. *Oral Microbiol Immunol.* 2007;22:411–418.
  38. Byström A, Sunqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 1985;18:35–40.
  39. Siqueira JF Jr, Magalhães KM, Rôças IN. Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% NaOCl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. *J Endod.* 2007;33:667–672.

## Figure Legends



**Figure 1.** Quantitative assessment of intra-group microbial reduction.



**Figure 2.** A box plot showing quantitative assessment of inter-group microbial reduction.

**TABLE 1.** Total Bacterial Load in Root Canal Samples of Teeth with Apical Periodontitis Collected before (S1) after Chemomechanical Preparation Using Reciproc Blue and XP-endo Shaper (S2) and after Using XP-endo-Finisher (S3)

Groups	S1	S2	S3
Reciproc Blue (n=14)			
Mean	$3,57 \times 10^8$	$3,08 \times 10^5$	
Median	$5,36 \times 10^7$	$4,17 \times 10^4$	
Range (S1-S2)	$3,57 \times 10^8$		
Reduction (S1-S2 %)	99,91%		
XP-endo Shaper/XP-endo Finisher (n=14)			
Mean	$2,62 \times 10^7$	$3,06 \times 10^4$	$5,13 \times 10^3$
Median	$1,30 \times 10^7$	$2,86 \times 10^4$	$2,74 \times 10^3$
Range (S1-S2)	$2,62 \times 10^7$		
Reduction (S1-S2 %)	99,88%		
Range (S2-S3)	$2,54 \times 10^4$		
Reduction (S2-S3 %)	83,20%		
Range (S1-S3)	$2,62 \times 10^7$		
Reduction (S1-S3 %)	99,98%		

Rodrigo Rodrigues Amaral, DDS, MSc,<sup>1\*</sup>  
 Anna Gabriela Guimarães  
 Oliveira, BBioSc, MSc, PhD,<sup>2</sup>  
 Tiago Braga, DDS,<sup>3</sup> Peter Reher,  
 DDS, MSc, PhD,<sup>4</sup> Luiz de  
 Macedo Farias, DDS, MSc,  
 PhD,<sup>2</sup>  
 Paula Frazeres Megalhães,  
 BBioSc, MSc, PhD,<sup>2</sup>  
 Pedro Gonçalves Ferreira,  
 DDS,<sup>1</sup> and Maria Lima de Souza  
 Côrtes, DDS, MSc, PhD<sup>2</sup>

## SIGNIFICANCE

One of the primary goals of root canal instrumentation is to eradicate or to reduce the bacterial load. The present study was undertaken to evaluate the *in vivo* antibacterial efficacy of two different single-file systems in oval-shaped root canals.

From the <sup>1</sup>School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia; <sup>2</sup>Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, and <sup>3</sup>Laboratory of Oral Microbiology and Anaerobes, Department of Microbiology, Institute of Biological Sciences, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Address requests for reprints to Dr Rodrigo Rodrigues Amaral, School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Griffith Health Centre, Corner Osan Avenue & Parklands Drive, Gold Coast Campus, Southport, QLD 4215, Australia.  
 E-mail address: drrodrigamaral@gmail.com  
 0099-2099/\$ - see front matter

Copyright © 2020 American Association of Endodontists.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.08.007>

## CLINICAL RESEARCH

# Quantitative Assessment of the Efficacy of Two Different Single-file Systems in Reducing the Bacterial Load in Oval-Shaped Canals: A Clinical Study



## ABSTRACT

**Introduction:** This randomized clinical study compared the *in vivo* antibacterial efficacy of Reciproc Blue (RB), XP-endo Shaper (XP-S), and XP-endo Shaper associated with XP-endo Finisher (XP-F) systems in infected oval-shaped root canals with primary apical periodontitis.

**Methods:** In this study, 28 human teeth with a single root and a single canal were randomly assigned to 2 groups according to the instrumentation technique: group 1, RB ( $n = 14$ ) and group 2, XP-endo (XP-S and XP-F,  $n = 14$ ). The single-rooted teeth were prepared by reciprocating and rotary nickel-titanium instruments with 5.25% sodium hypochlorite irrigation. Samples were collected from the canal at the baseline (S1), after chemomechanical preparation (S2), and after XP-F instrumentation (S3). The DNA extracts were subjected to quantitative analysis for total bacterial counts by quantitative real-time polymerase chain reaction. The data were analyzed using the analysis of variance test, and the level of significance was set at 5%. **Results:** All samples tested positive for the presence of bacteria at baseline, and the bacterial counts substantially reduced after treatment procedures ( $P < .01$ ). The results showed no statistical difference between RB and XP-S instrumentation with respect to the bacterial reduction ( $P > .05$ ). A marked bacterial reduction was observed after the use of the XP-F instrument ( $P < .01$ ). **Conclusions:** The XP-S and RB systems sharply reduced the bacterial load in oval-shaped root canals with primary apical periodontitis. XP-F used as a supplementary instrument to chemomechanical preparation promoted a significantly higher bacterial reduction. (*J Endod* 2020;46:1228–1234.)

## KEY WORDS

Apical periodontitis; bacterial reduction; endodontic treatment, quantitative real-time polymerase chain reaction

One of the primary goals of root canal instrumentation is to eradicate bacterial colonization or to reduce the bacterial load to levels that permit periradicular tissue healing<sup>1</sup>. The effects of chemomechanical debridement significantly improve when antimicrobial substances are used for irrigation such as sodium hypochlorite (NaOCl), which is considered a highly effective antimicrobial solution<sup>2</sup>. However, the effects are restricted to the main root canal, and instruments usually fail to touch all the walls, causing unprepared areas to harbor microorganisms<sup>3</sup>. In addition, studies have revealed that chemomechanical preparation using NaOCl at different concentrations is not able to render root canals free of bacteria, and 40%–60% of the root canals are still positive for bacterial presence<sup>1,4</sup>.

During the last few decades, instruments with different designs and concepts have been introduced to deal with canals of complex anatomy, including oval-shaped canals. They include TrueShape (Dentaply Sirona, Tulsa, OK)<sup>5</sup>, Self-Adjusting File (PeDentNOVA, Ra'anana, Israel)<sup>6</sup>, and XP-endo Shaper and Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) systems<sup>7</sup>. It is widely recognized that oval-shaped canals provide a challenging task for adequate root canal cleaning, shaping,

## 7 ARTIGO CIENTÍFICO 2

***In Vivo* Evaluation of XP-Endo Finisher as final irrigation protocol on the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals**

Submetido no periódico no periódico **Brazilian Oral Research (Qualis A2)**.

As normas para submissão encontram-se no endereço:  
<https://www.scielo.br/revistas/bor/pinstruc.htm>

## ***In Vivo* Evaluation of XP-Endo Finisher as final irrigation protocol on the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals**

<sup>a b</sup> Rodrigo Rodrigues Amaral, +55 31 998187779, +61 0405952039

Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia  
Orcide: 0000-0003-2473-5098

<sup>b</sup> Tiago Braga, t.braga@griffith.edu.au

School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia  
Orcide: 0000-0002-2151-2203

<sup>b</sup> Peter Reher, p.reher@griffith.edu.au

School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia  
Orcide: 0000-0002-4444-125X

<sup>c</sup> Anna Gabriella Guimarães Oliveira, annagoliveira@gmail.com

Federal University of Minas Gerais, Scientific Laboratory Technician, Veterinary School, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Orcide: 0000-0003-4511-3722

<sup>c</sup> Paula Prazeres Magalhães, paulaprazeresmagalhaes@gmail.com

Federal University of Minas Gerais, Institute of Biological Sciences, Department of Microbiology, Laboratory of Oral Microbiology and Anaerobes, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Orcide: 0000-0001-6519-8490

<sup>c</sup> Luiz de Macêdo Farias, luizdemacedofarias@gmail.com

Federal University of Minas Gerais, Institute of Biological Sciences, Department of Microbiology, Laboratory of Oral Microbiology and Anaerobes, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Orcide: 0000-0002-7462-767X

<sup>d</sup> Pedro Henrique Gonçalves Ferreira, pedro.goncalvesferreira@hotmail.com

Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Orcide: 0000-0003-4480-0061

<sup>d</sup> Maria Ilma de souza Côrtes, mariailmac@gmail.com

Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Orcide: 0000-0002-9140-8495

### **\* Corresponding author: Rodrigo Rodrigues Amaral**

Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46-Sala 101 – Coração Eucarístico, 30535-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. dr.rodrigoamaral@gmail.com

**Abstract**

This randomized clinical study assesses In Vivo the use of XP-Endo Finisher (XP-F) as a final irrigation protocol on the reduction of bacterial load in infected oval-shaped root canals. Chemomechanical preparation was performed using 5.25% sodium hypochlorite (NaOCl) and 17% EDTA. A total of 28 human teeth with a single root and a single canal were randomly assigned to two groups according to the instrumentation technique as follows: Group 1: Reciproc Blue (RB) and Group 2: XP- Endo Shaper (XP-S) + XP-F. The instrumentation of the teeth followed the protocol recommended by the manufacturer. In both groups, irrigants were delivered using 30- G NaviTip needles taken up to 2 mm short of the working length. Samples were taken from the canal at the baseline (S1), after chemomechanical preparation (S2) and after XP-F (S3). The decline of the total bacterial levels was assessed employing the quantitative real-time polymerase chain reaction (qPCR). The data were analyzed using the ANOVA test, and the level of significance was set at 5%. Both instrumentation techniques were effective. Bacteria counts were substantially reduced after treatment procedures ( $P < 0.01$ ). The results showed no statistical difference between RB and XP-S instruments ( $P > 0.05$ ). A marked bacterial reduction was observed after the use of the XP-F ( $P < 0.01$ ). In conclusion, our findings showed that Reciproc Blue and XP-Endo Shaper were effective in reducing bacterial load in oval-shaped root canals. The use of XP-Endo Finisher as a final irrigation protocol promoted a significantly higher bacterial reduction.

**Descriptors:** Bacterial reduction; Quantitative real-time polymerase chain reaction; Root canal irrigation; Endodontic treatment.

## Introduction

The main objective of root canal treatment on an infected tooth is to eradicate microorganisms as completely as possible or reducing them to levels that permit periradicular tissue healing.<sup>1</sup> The success is directly related to microbial elimination, in order to disrupt the delicate ecology and abstain persistent microorganisms from their nutritional source.<sup>2</sup> The cleaning, shaping, disinfecting, and filling are of the vital importance steps to reach endodontic treatment goals.

It is widely recognized that oval-shaped canals can be a challenging task for cleaning, shaping, and disinfecting during chemical-mechanical preparation (CMP).<sup>3,4</sup> Instruments with different designs and concepts have emerged to deal with canals of complex anatomy, including oval-shaped canals.<sup>5</sup> Irrespective of instruments design or technique, in oval-shaped canals, the number of surfaces not touched by the instruments varies from 59.6% to 79.9%.<sup>6-9</sup>

Single-file instrumentation systems have become widely used over the last decade to shape root canals. The preparation with a single instrument provides time-saving and simplicity compared to multiple rotary instruments systems.<sup>10</sup> Reciproc Blue is a system that uses reciprocating motions (RB; VDW, Munich, Germany). It was introduced by an innovative manufacturing thermal process, resulting in a distinctive blue color due to a visible titanium oxide layer on the surface of the instrument. RB instrument has a noncutting tip enabling better centering between canal walls. Cutting performance and high efficiency are provided with the association of S-shaped cross-section, taper, and cutting angles.<sup>11</sup> Recently, XP- Endo Shaper was introduced as an innovative type of NiTi rotary instrument. It is made from a special alloy, MaxWire (Martensite-Austenite electropolishfle-X). It is in the M phase that has an initial taper of .01, but when exposed to body temperature, XP-endo Shaper expands inside the canal to achieve a taper of .04. The Booster tip has six cutting edges, which enables the file to enlarge the apical area, from a size #15 to #30, and respects the trajectory of the canal. It is claimed to expand and contract to adapt itself to the canal morphology, preparing areas of the root canal that conventional NiTi systems are unable to access.<sup>12,13</sup>

The XP-Endo Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds) is also a new file that has been introduced to be used after root canal instrumentation as an adjunctive approach to improving the effectiveness of irrigation in endodontics. It is made of a special NiTi proprietary alloy, MaxWire, and it consists in a small core size (tip size #25, nontapered), which at room temperature is straight; however, when placed inside the canal, at body

temperature, its apical portion expands and forms a spoon-like shape<sup>14</sup> up to a 6 mm diameter.<sup>15</sup>

The present randomized clinical study was undertaken to evaluate in vivo antibacterial efficacy of XP-Endo Finisher as a final irrigation protocol on the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals during CMP using 5.25% NaOCl. The decline of the total bacterial levels was assessed employing the quantitative real-time polymerase chain reaction (qPCR). The null hypothesis was that there is no difference in bacterial reduction with the use of XP-Endo Finisher as a final irrigation protocol.

## **Methodology**

### **Patients and case selection**

Approval for the study protocol was obtained from the Ethics Committee of the Pontifical Catholic University of Minas Gerais, CAAE 9713.1918.7.0000.5137, and informed consent was obtained from all individuals. Patients were selected for the treatment of asymptomatic apical periodontitis associated with mature teeth at the. The inclusion criteria consisted of teeth with a single root and a single canal presenting with a carious lesion with intact pulp chamber walls and necrotic pulp as clinically confirmed by pulp sensibility tests and clinical, radiographic evidence of primary apical periodontitis. The exclusion criteria were teeth with extensive crown destruction by caries that could not be placed a rubber dam, root or crown fracture, teeth subjected to previous endodontic treatment, symptomatic teeth, patients who received antibiotic therapy within the previous three months and patients with periodontal pockets deeper than 4 mm. Patients had no significant systemic conditions. The teeth were radiographed in an orthogonal, mesial, and distal position, and only the root canals that presented a buccolingual diameter four times greater than the mesiodistal diameter were classified as oval and flat.<sup>4</sup>

### **Sample collection**

Samples were collected from the root canals under strict asepsis, which included scaling of the tooth and cleaning with pumice, caries, and previous coronal restorations removed under saline irrigation. A rubber dam was applied, and before and after the preparation of the access cavity, the operative field (tooth, clamp, and dam) was disinfected and a two-step disinfection protocol with the sequential use of 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and 5.25% sodium hypochlorite (NaOCl). The second approach was performed after access preparation and also included the pulp chamber. Next, 5% sodium thiosulfate was used to inactivate NaOCl, and

sterility control samples were taken from the internal surfaces of the cavosurface angle of the access cavity by scrubbing with sterile paper points.<sup>16</sup> The area sampled served as the sterility control, where the paper points used later for taking root canal samples might accidentally touch the access cavity walls. Paper points were transferred aseptically to a cryotube containing Milli-Q® water and immediately frozen at -80°C. For the inclusion of the tooth in the study, these control samples had to be negative for end-point PCR using universal bacterial primers, and the S1 sample had to be positive for bacterial presence. Before chemomechanical procedures, an initial sample (S1) was taken from the root canal and served as the baseline. Sterile 5% sodium thiosulfate solution was carefully irrigated in the root canal without overflowing, and a K-type hand file # 15 type hand file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) was placed 1 mm short of the root apex as radiographically determined. This instrument was gently used in a circumferential filing motion to suspend the canal contents in the sodium thiosulfate solution. Sterile paper points were consecutively placed in the canal to a level approximately 1 mm short of the radiographic root apex and used to soak up the fluid in the canal. Each paper point was left in the canal for 1 min. Next, paper points were added in tubes containing 1 ml of sterile milliq water, which were homogenized in vortex for 3 minutes. Subsequently, the paper cones were removed with sterile tweezers and the tubes were cooled in -80 freezer. The same procedures were done to obtain S2 and S3 samples after completion of instrumentation.

### **Chemomechanical preparation protocol**

Teeth were randomly assigned to two groups according to the instrumentation technique. Group-1 Reciproc Blue, (n = 14) and group-2, XP-Endo (n = 14). Accordingly, two teeth in group-1 were excluded because of positive results in sterility controls. The canal instrumentation was completed at the same appointment in all cases.

In both groups and after taken samples (S1), the root canal was irrigated with 5 mL 5.25% NaOCl. A glide path was established using a size 15K-file (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) up to the apical foramen patency, based on an electronic apex locator (Root ZX II; J Morita, California, USA) and radiographs.

Reciproc Blue (RB) group, file (size 25, .08 taper) was introduced into the canal and used on “Reciproc ALL” working mode as the manufacturer recommended, powered by an electric motor (VDW Silver; VDW). The instrument was used in slow in-and-out motion of approximately 3 mm in amplitude in the apical direction for 10s, using a gentle brushing motion against the canal wall. After three apical movements, the file was removed from the

canal and cleaned. The canal was subsequently irrigated with 5 mL of 5.25% NaOCl. Irrigants were delivered using 30- G NaviTip needles (Ultradent, South Jordan, UT) taken up to 2 mm short of the WL. This procedure continued twice until reaching the working length (28). The apical foramen patency was checked with a size 20 k-type hand file after preparation. Next, the root canal was irrigated with 5 mL 17% EDTA and then 5 mL 5.25% NaOCl to remove the smear layer. It was dried with sterile paper points and flushed with 3 mL 5% sodium thiosulfate for 1 minute for NaOCl inactivation, and a second sample after chemomechanical preparation (S2) was taken from the root canal.

XP-Endo group, the instrument XP-Xndo Shaper (size 30, .01 taper) was introduced into the canal and used on rotated mode at 800 rpm, 1 Ncm torque as the manufacturer recommended, powered by an electric motor (VDW Silver; VDW). Each root canal was filled with 5 mL of 5.25% NaOCl. The file was applied for 10s with slightly up-and-down movements, gentle strokes, using an amplitude of 3 mm up to the WL. When the instrument failed to reach it after the initial five strokes, the canals were irrigated with 5 mL of 5.25% NaOCl, recapitulated, and preceded again with the XP-Endo Shaper instrument. Once the file reached the WL, a total of 3 cycles of 10 more up-and-down movements were applied. Irrigants were delivered using 30- G NaviTip needles (Ultradent, South Jordan, UT) taken up to 2 mm short of the WL. The same procedures as described to remove the smear layer in group 1 were done, and a second sample after chemomechanical preparation (S2) was taken from the root canal. After that, canals were irrigated with 5 mL of 5.25%, the instrument XP-Endo Finisher (size 25, taper .00) was inserted up to WL, and activated for 60s, rotated mode at 800 rpm, 1 Ncm torque, with a slow and gentle lengthwise up and down movements of 7-10 mm to contact the full length of the canal (29). Subsequently, the instrument was removed, the root canal was dried with sterile paper points, and flushed with 3 mL 5% sodium thiosulfate for 1 minute for NaOCl inactivation, and the third sample after chemomechanical preparation (S3) was taken from the root canal.

### **DNA extraction and qPCR analysis**

The total bacterial DNA of the samples was extracted with the aid of the MiniSpin DNA extraction kit (Kasvi, Brazil), according to the manufacturer's instructions, and quantified using the NanoDrop ND-1000 spectrophotometer (Thermofisher, United States). The total bacterial quantification was determined by qPCR using the Applied Biosystems 7500 Real-Time PCR System (Thermofisher, United States), using universal primers for the

16S rRNA gene (338F: TACGGGAGGCAGCAG; 518R: ATTACCGCGGCTGCTGG).<sup>17</sup>

The assay was

performed with 1  $\mu$ L of DNA template and 5  $\mu$ L of Power SYBR Green PCR Master Mix (ThermoFisher, United States) at a final volume of 10  $\mu$ L. The program consisted of a 10-minute denaturation cycle at 95°C, followed by 40 cycles of 15s at 95°C and 60s at 60°C. After 40 cycles, a melting curve with a ramp between 60°C and 95°C was determined with a reading every 0.2°C using SYBR fluorescence. A standard curve was prepared from a 10-fold serial dilution of the pool of all DNA extracted samples, which were amplified using conventional PCR, and the same primers were used for qPCR ( $R^2 > 0.99$ , efficiency = 106%). All samples were analyzed in triplicate, including the standard and controls.

### Statistical analysis

The total bacterial count data were collected at three different times for each patient: S1, S2, and S3. Poisson regression is the primary approach for modeling bacterial count data, but it could not be used in the present study because the data were overdispersed with more significant than average variation. Therefore, different variants of the Poisson model, including the negative binomial model (BN) and the quasipoisson model were considered. The ANOVA test was used to test the models ( $p < 0.05$ ). The BN model was selected with the introduction of random patient effects. The BN random-effects model was adjusted for the significant differences in bacterial counts in S1 between the Reciproc Blue and XP-Endo Shaper and XP-Endo Finisher treatments (there were significantly more bacterial counts in the Reciproc blue treatment compared to the XP-Endo group in S1). Statistical analyzes were performed using Program R version 3.5.1, using the MASS and lme4 packages.

### Results

For the inclusion of the tooth in the study, sterility control samples had to be negative for PCR using universal primers and positive for initial sample S1, bacterial presence.

In group 1, two samples were excluded because they tested positive for sterility control in the initial pre-instrumentation phase. In group 2, no sample was excluded from the research. All teeth showed negative results for sterility control and positive results for the initial microbial count.

Each instrument was used to prepare only one canal, and all teeth were obturated in a single visit. All canals were prepared by a single operator who is a specialist in endodontics.

The teeth were instrumented and obturated in a single session. Patients were contacted by phone 72 hours after treatment, and no patient reported acute postoperative pain, flare-up, or even discomfort.

Quantitative data are summarized in Table 1. The RB group, a mean number of  $3.57 \times 10^8$  bacterial cells, was found in S1 samples and decreased sharply after instrumentation to a mean of  $3.08 \times 10^5$  ( $P < 0.001$ ). S2 represented 0.09% of S1 (99.91% bacterial reduction). In the XP-endo Shaper / Finisher group, an average number of  $2.62 \times 10^7$  bacterial cells was found in the S1 samples and decreased markedly after instrumentation with XP-endo Shaper to an average of  $3.06 \times 10^4$  ( $P < 0.001$ ). S2 represented 0.02% of S1 (99.88% of microbial reduction). An average number of  $5.13 \times 10^3$  was observed after using the XP-endo Finisher instrument, to a total reduction of 99.98% in S1-S3 ( $P < 0.001$ ). A marked intra-group bacterial reduction ( $P < 0.001$ ) can be seen in groups RB and XP-endo Shaper-Finisher in phases S1, S2, S3 (Graph 1). Quantitative assessment of inter-group microbial reduction can be seen in Graph 2. There was no statistical difference between the groups ( $P > 0.05$ ) when analyzing the data in S2 (Graph 2). The microbial reduction data for S2 and S3 were compared between groups after adjusting for the bacterial count in S1. A marked bacterial reduction was observed after obtaining the S3 sample after the use of the XP-F instrument ( $P < 0.01$ ) when compared to S2. There was a statistically significant difference ( $P < 0.01$ ) between groups when compared in S2 and S3.

## Discussion

The ideal microbiological goal of the endodontic treatment of teeth with apical periodontitis is the total eradication of microbial bioburden or at least reduce to levels compatible with periradicular tissue healing.<sup>18</sup> Oval-shaped canals pose a challenging task for cleaning, shaping, and filling.<sup>3,5,19,20</sup> Different systems have been proposed to overcome the difficulties and limitations with oval-shaped canals.<sup>3,5</sup> However, they all produce a final round shape<sup>14</sup>, leaving untouched fins or recesses on the buccal and lingual extensions.<sup>21</sup>

Efforts have been expended toward developing adjunctive approaches to drive irrigants to difficult-to-reach areas. One of these adjunctive approaches is passive ultrasonic irrigation (PUI), which comprises the activation of an irrigant solution in the root canal using ultrasonically files or smooth noncutting wires.<sup>22</sup> Conventional needle irrigation (CNI) uses a needle adapted to a syringe associated with apical positive pressure. In this approach, the tip was positioned 2 mm short from the working length to improve disinfection. This method is claimed that it is not effective in the apical third of the root canal.<sup>23</sup> The efficacy of PUI

compared with CNI has been pointed out with some reports supporting the use of PUI<sup>24,25</sup> whereas some studies did not find a difference.<sup>22,26</sup>

In all groups, the teeth were prepared accordingly to manufacturer protocol. A mean volume of 25 mL of 5.25% NaOCl per root canal was irrigated using 30- G NaviTip needles, flushed with a continuous flow of 5 mL during 90 seconds, and an average exposure time of 12 minutes counted from the first irrigation until final irrigation after the use of 17% EDTA. Due to the differences between the instrumentation protocols of both groups, possible differences occurred in the irrigant retention time in the root canal. Given the absence of significant differences between groups, these factors do not seem to have influenced the research results.

All instruments used in this study were capable of reducing bacterial load in vivo evaluation in oval-shaped root canals. The overall mean of bacterial reduction was 99.91% for RB and 99.88% for XP-endo Shaper in S2. There was no statistical difference between the groups ( $P > 0.05$ ). Quantitative assessment of inter-group microbial reduction was observed after obtaining the S3 sample. There was a sharp difference between groups when compared in S2 and S3. An average number of  $5.13 \times 10^3$  was found after using the XP-endo Finisher instrument, to a total reduction of 99.98% in S1-S3 ( $P < 0.001$ ). The association of XP-endo Finisher used as a supplementary instrument to chemomechanical preparation promoted a significantly higher bacterial reduction.

Therefore, the null hypothesis was rejected.

This finding is in line with Azim et al.<sup>27</sup>, who investigated the antibacterial benefits of using XP-Endo Finisher and reported the most significant bacterial reduction in the main canal (98.2%). This is also corroborated with Bao et al.<sup>28</sup>, who concluded that XP-Endo Finisher used as an agitation technique might help remove biofilm from hard-to-reach areas in the root canal system. Carvalho et al.<sup>29</sup>, in line with our results, showed that the use of XP- F as a method of agitation of the irrigating solution improved the cleaning efficiency in the reduction of bacterial load in oval-shaped canals irrespective of files system tested.

## **Conclusion**

In conclusion, our findings showed that Reciproc Blue and XP-Endo Shaper were effective in reducing bacterial load in oval-shaped root canals. The use of XP-Endo Finisher as a final irrigation protocol promoted a significantly higher bacterial reduction.

## References

1. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod* 2008;34(11):1291-1301e3. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>.
2. Sundqvist G. Ecology of the root canal flora. *J Endod* 1992;18(9):427-30. [https://doi.org/10.1016/S0099-2399\(06\)80842-3](https://doi.org/10.1016/S0099-2399(06)80842-3).
3. Versiani MA, Leoni GB, Steier L, De-Deus G, Tassani S, Pécora JD, et al. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, reciproc, waveone, and protaper universal systems. *J Endod* 2013;39(8):1060-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2013.04.009>.
4. Versiani MA, Pécora JD, De Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: A micro-computed tomography study. *J Endod* 2011;37(7):1002-7. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2011.03.017>.
5. Zuolo ML, Zaia AA, Belladonna FG, Silva EJNL, Souza EM, Versiani MA, et al. Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. *Int Endod J* 2018;51(5):564-71. <https://doi.org/10.1111/iej.12810>.
6. 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;48(10):1001-6. <https://doi.org/10.1111/iej.12398>.
7. Metzger Z, Zary R, Cohen R, Teperovich E, Paqué F. The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: A three-dimensional micro-computed tomographic study. *J Endod* 2010;36(9):1569-73. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2010.06.003>.
8. Paqué 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(4):703-7. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.020>.
9. 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;41(9):1545-50. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.06.007>.
10. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: Preliminary observations. *Int Endod J* 2008;41(4):339-44. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01351.x>.
11. De-Deus G, Silva EJNL, Vieira VTL, Belladonna FG, Elias CN, Plotino G, et al. Blue

thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the Recipro files. *J Endod* 2017;43(3):462-6. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.039>.

12. Azim AA, Piasecki L, da Silva Neto UX, Cruz ATG, Azim KA. XP Shaper, a novel adaptive core rotary instrument: micro-computed tomographic analysis of its shaping abilities. *J Endod* 2017;43(9):1532-8. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.022>.
13. De-Deus G, Belladonna FG, Simões-Carvalho M, Cavalcante DM, Ramalho CNMJ, Souza EM, et al. Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. *Int Endod J* 2019;52(3):337-42. <https://doi.org/10.1111/iej.13000>.
14. Debelian G, Trope M. Cleaning the third dimension. *Endod Pract* 2015;8(6):18-21.
15. Leoni GB, Versiani MA, Silva-Sousa YT, Bruniera JFB, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J* 2017;50(4):398-406. <https://doi.org/10.1111/iej.12630>.
16. Neves MAS, Provenzano JC, Rôças IN, Siqueira JF Jr. Clinical antibacterial effectiveness of root canal preparation with reciprocating single-instrument or continuously rotating multi-instrument systems. *J Endod* 2016;42(1):25-9. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.09.019>.
17. Muyzer G, De Waal EC, Uitterlinden AG. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. *Appl Environ Microbiol* 1993;59(3):695-700. <https://doi.org/10.1128/aem.59.3.695-700.1993>.
18. Siqueira JF Jr, Rôças IN. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. *J Endod* 2008;34(11):1291-1301e3. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2008.07.028>.
19. De-Deus G, Belladonna FG, de Siqueira Zuolo A, Perez R, Carvalho MS, Souza EM, et al. Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation as final irrigation protocols on the removal of accumulated hard-tissue debris from oval shaped-canals. *Clin Oral Investig* 2019;23(7):3087-93. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2729-y>.
20. Siqueira JF Jr, Rôças IN, Marceliano-Alves MF, Pérez AR, Ricucci D. Unprepared root canal surface areas: Causes, clinical implications, and therapeutic strategies. *Braz Oral Res* 2018;32:1-19. <https://doi.org/10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0065>.
21. 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;89(6):739-43.

- <https://doi.org/10.1067/moe.2000.106344>.
22. Van Der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR. Passive ultrasonic irrigation of the root canal: A review of the literature. *Int Endod J* 2007;40(6):415-26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2007.01243.x>.
  23. Thomas AR, Velmurugan N, Smita S, Jothilatha S. Comparative evaluation of canal isthmus debridement efficacy of modified endovac technique with different irrigation systems. *J Endod* 2014;40(10):1676-80. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2014.05.014>.
  24. Layton G, Wu WI, Selvaganapathy PR, Friedman S, Kishen A. Fluid dynamics and biofilm removal generated by syringe-delivered and 2 ultrasonic-assisted irrigation methods: A novel experimental approach. *J Endod* 2015;41(6):884-9. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2015.01.027>.
  25. Harrison AJ, Chivatxaranukul P, Parashos P, Messer HH. The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of *Enterococcus faecalis* in experimentally infected root canals. *Int Endod J* 2010;43(11):968-77. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2591.2010.01715.x>.
  26. Paiva SSM, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Carmo FL, Leite DCA, Ferreira DC, et al. Molecular microbiological evaluation of passive ultrasonic activation as a supplementary disinfecting step: A clinical study. *J Endod* 2013;39(2):190-4. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.09.014>.
  27. Azim AA, Aksel H, Zhuang T, Mashtare T, Babu JP, Huang GTJ. Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. *J Endod* 2016;42(6):928-34. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31823da96d>.Hydrogen.
  28. Bao P, Shen Y, Lin J, Haapasalo M. In vitro efficacy of XP-endo Finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. *J Endod* 2017;43(2):321-5. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.09.021>.
  29. Carvalho MC, Zuolo ML, Arruda-Vasconcelos R, Marinho ACS, Louzada LM, Francisco PA, et al. Effectiveness of XP-Endo Finisher in the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals. *Braz Oral Res* 2019;33:1-8. <https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2019.VOL33.0021>.

### Figure Legends

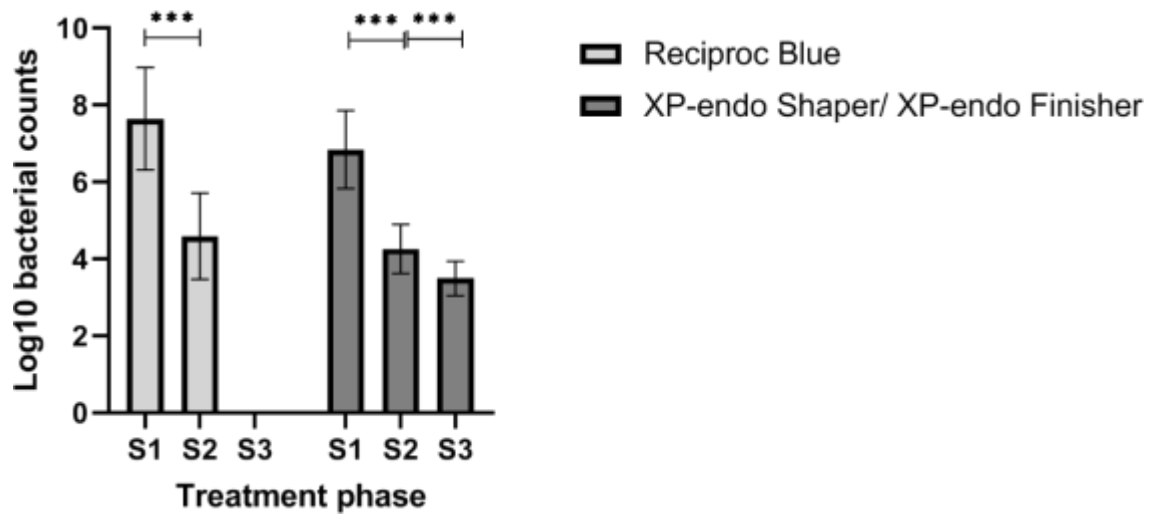


Figure 1. Quantitative assessment of intra-group microbial reduction

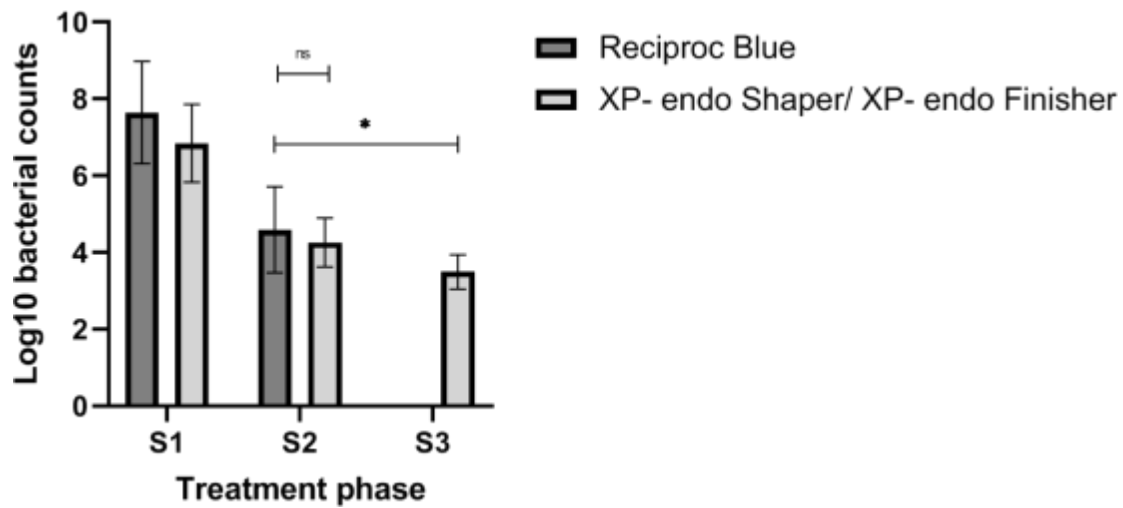


Figure 2. Quantitative assessment of inter-group microbial reduction

Table 1: Mean ( $\pm$  SD) of total bacterial counts before and after the instrumentation in the different groups

Variable	Before instrumentation	After instrumentation
Reciproc Blue	$3,57 \times 10^8 (\pm 10^2)$	$3,08 \times 10^5 (\pm 10^1)$
XP- Endo Shaper	$2,62 \times 10^7 (\pm 10^2)$	$3,06 \times 10^4 (\pm 10^1)$
XP- Endo Shaper + XP- Endo Finisher	$2,62 \times 10^7 (\pm 10^2)$	$5,13 \times 10^3 (\pm 10^1)$



**In vivo evaluation of XP-endo Finisher as the final irrigation protocol in infected oval-shaped root canals**

Journal:	Brazilian Oral Research
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Original Research Report
Specialties:	Endodontic Therapy, Microbiology
Category--Select your categories from the <A HREF='http://www.nlm.nih.gov/mesh/MBrowser.html' target='_new'><b> MeSH</b></a> or <A HREF='http://decs.bvs.br/' target='_new'><b> DeCS</b></a> lists.:	Bacterial reduction, Quantitative real-time polymerase chain reaction, Root canal irrigation, Endodontic treatment

SCHOLARONE™  
Manuscripts

## Decision Letter (BOR-2020-0578)

**Subject:** Brazilian Oral Research - Decision on Manuscript ID BOR-2020-0578

**Body:** 28-Jul-2020

Dear Dr. Amaral:

I write you in regards to manuscript # BOR-2020-0578 entitled "In vivo evaluation of XP-endo Finisher as the final irrigation protocol in infected oval-shaped root canals" which you submitted to the Brazilian Oral Research.

In view of the criticisms of the reviewer(s) found at the bottom of this letter, your manuscript has been denied publication in the Brazilian Oral Research.

Thank you for considering the Brazilian Oral Research for the publication of your research. I hope the outcome of this specific submission will not discourage you from the submission of future manuscripts.

Sincerely,  
Dr. Saul Paiva  
Editor-in-Chief, Brazilian Oral Research  
smpaiva@uol.com.br

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A endodontia conquistou significativos avanços nas últimas décadas com o desenvolvimento de novos instrumentos (PETERS, 2004; PLOTINO, GRANDE; PORCIANI, 2015). Apesar disso, uma preocupação constante e permanente desafio para os endodontistas é o preparo do canal radicular de formato oval. Representa uma área da raiz de difícil acesso para instrumentar, limpar e realizar a obturação (PETERS, 2004; VERSIANI *et al.*, 2013; VERSIANI; PÉCORA; DE SOUSA-NETO, 2011).

Os novos instrumentos desenvolvidos para instrumentar o canal radicular com lima única também não são capazes de tocar todas as paredes da raiz (VERSIANI *et al.*, 2013) e deixam áreas não instrumentadas com presença de restos de tecido pulpar vivo, necrótico e ou bactérias (SIQUEIRA JÚNIOR *et al.*, 2018a; SIQUEIRA JÚNIOR *et al.*, 2018b). Estes sistemas de instrumentação também não foram capazes de superar todas as limitações e desafios (ZUOLO *et al.*, 2018). O alargamento do preparo radicular com instrumentos de diferentes diâmetros não soluciona o problema e ainda aumenta a susceptibilidade à fratura radicular (PRADO *et al.*, 2016).

O presente estudo avaliou a capacidade de limpeza e desinfecção do SCR com uso de Reciproc Blue e XP-endo Shaper e Finisher no preparo do canal radicular de dentes com necrose pulpar e com periodontite apical crônica, de formato oval ou achatado. Neste estudo, amostras de controle de esterilidade foram avaliadas por qPCR e produziram resultados negativos, confirmando que o protocolo de desinfecção foi eficaz na eliminação de microrganismos presentes na coroa.

Ambos sistemas de instrumentação foram significativamente eficazes na redução da contagem bacteriana total. A média total de redução bacteriana foi de 99,91% para RB e 99,88% para XP-endo Shaper em S2 e 99,98% em S3 (XP-S + XP-F). A comparação da redução bacteriana em S2 não mostrou redução bacteriana significativa entre os grupos. Este resultado foi divergente do estudo *in vitro* observado por Alves *et al.* (2018), quando uma maior redução microbiana foi observada no grupo XP-endo Shaper quando utilizou como agente irrigante solução salina para avaliar apenas os efeitos mecânicos da instrumentação. No presente estudo, uma significativa redução bacteriana foi observada em S3 após o uso do instrumento XP-endo Finisher, com menor número de bactérias presentes quando avaliados por qPCR real-time. Apesar da redução bacteriana, todos os grupos foram positivos para a presença bacteriana, consonante com outras pesquisas (BYSTRÖM; SUNVQVIST, 1985; NEVES *et al.*, 2016; SIQUEIRA JÚNIOR; MAGALHÃES; RÔÇAS, 2007; SJÖGREN *et al.*,

1997).

A instrumentação dos dentes seguiu o protocolo recomendado pelo fabricante. Cada canal radicular foi instrumentado com um único instrumento e cada instrumento foi utilizado para preparar apenas 1 canal. Um volume total de 25 mL de NaOCl a 5,25% foi irrigado por canal e um tempo médio de exposição de 10 minutos contado a partir da primeira irrigação até irrigação final após uso de EDTA foi realizado em ambos os grupos. Em razão das diferenças entre os protocolos de instrumentação de ambos os grupos, eventuais diferenças ocorreram no tempo de retenção do irrigante no canal radicular. Dada a ausência de diferenças significativas entre os grupos, esses fatores não parecem ter influenciado os resultados da pesquisa. Além disso, a utilização do NaOCl a 5,25% pode ter exercido um papel importante na redução microbiana dos grupos (RETAMOZO *et al.*, 2010). Para eliminar variabilidade entre operadores, apenas um profissional especialista em endodontia e com expertise com os sistemas pesquisados executou todos os procedimentos. A utilização do EDTA 17% após o uso do NaOCl foi realizado nesta pesquisa porque é o protocolo mais referenciado no tratamento endodôntico para a remoção do *smear layer* (LOTTANTI *et al.*, 2009).

Uma limitação desta pesquisa refere-se a forma de obtenção das amostras biológicas com cone de papel que pode revelar apenas as condições bacteriológicas do canal principal. Bactérias localizadas em áreas de istmo, ramificações apicais, laterais e túbulos dentinários podem não ser detectáveis por amostragem com cone de papel (VERA *et al.*, 2012). Nenhuma conclusão pode ser tomada em relação a total redução bacteriana de todo o SCR.

Esta pesquisa utilizou como método para avaliar o efeito da redução bacteriana pelos sistemas de instrumentação à abordagem qPCR. Este método independente de cultura pode detectar e quantificar além de bactérias cultiváveis, bactérias não-cultiváveis ou de difícil cultivo, e pode ser considerado como uma excelente opção para se avaliar o efeito antibacteriano do tratamento endodôntico em dentes humanos com necrose pulpar e periodontite apical (RÔÇAS *et al.*, 2014; VIANNA *et al.*, 2007). Porém, como é um método baseado no DNA, pode-se detectar bactérias que morreram no canal, ou seja, bactérias não viáveis.

Este é o primeiro estudo clínico randomizado que investigou a eficácia do sistema Reciproc Blue, XP-endo Shaper associado a XP-endo Finisher na redução da carga bacteriana em canais radiculares de formato oval ou achatado durante o preparo químico-mecânico com NaOCl 5,25% e EDTA 17%, em dentes humanos. Todos os instrumentos utilizados neste estudo foram eficazes na redução da carga bacteriana nos canais radiculares de formato oval. A utilização do instrumento XP-endo Finisher reduziu consideravelmente a carga microbiana

após o uso de XP-endo Shaper. Este resultado está em acordo com outras pesquisas (ALVES *et al.*, 2016; AZIM *et al.*, 2016; BAO *et al.*, 2017; CARVALHO *et al.*, 2019).

O instrumento XP-F tem sido investigado por meio de pesquisas *in vitro* com resultados promissores em relação redução da carga bacteriana. O estudo de Azim *et al.* (2016) investigaram a eficácia de 04 sistemas de irrigação na eliminação bacteriana no canal principal e particularmente nos túbulos dentinários. O uso de XP-F promoveu uma redução bacteriana significativa e superior em relação aos outros sistemas. Alves *et al.* (2016) avaliaram o efeito coadjuvante de XP-F e a irrigação ultrassônica passiva após o preparo químico-mecânico com BT Race e NaOCl 2,5% na desinfecção de canais mandibulares. Uma redução significativa na contagem microbiana foi alcançada no canal principal após o preparo químico-mecânico com instrumento XP-F. O estudo de Bao *et al.* (2017) concluiu que o instrumento XP-F usado como instrumento suplementar na agitação da solução irrigante pode ajudar a remover o biofilme de áreas inacessíveis no sistema de canais radiculares. Carvalho *et al.* (2019), em linha com nossos resultados, mostrou que o uso do XP-F como método de agitação da solução irrigante melhorou a eficiência da limpeza e a redução da carga bacteriana em canais ovais.

De acordo com Debelian e Trope (2015), o instrumento XP-F apresenta uma capacidade superior de limpeza em relação a irrigação ultrassônica passiva para remover o biofilme bacteriano. Sua propriedade exclusiva de expandir e promover a agitação da solução irrigante adaptar-se às paredes do canal sem remover estrutura dentária e tocar todas as paredes torna este instrumento um importante aliado no tratamento endodôntico (DEBELIAN; TROPE, 2015).

O estudo de Pérez *et al.* (2020) avaliou em molares superiores e inferiores extraídos, a capacidade de limpeza, formatação e desinfecção dos sistemas XP-endo Shaper (FKG Dentaire, La Chaux-deFonds, Suíça) e Reciproc Blue (VDW, Munique, Alemanha). De forma semelhante ao nosso trabalho, os canais foram preparados seguindo o protocolo de instrumentação dos fabricantes, mas irrigados com volume e concentração menor de NaOCl, com o total de 5 mL de NaOCl 2.5% e 5 mL de solução de EDTA 17% ao final da instrumentação. Não houve diferença estatística ente os grupos ( $P > 0.05$ ) quanto a presença de bactérias remanescentes nos canais em todas as seções examinadas por micro-CT e exame histobacteriológico. Este resultado foi em linha com nossa pesquisa, onde os sistemas RB e XP-S apresentaram desempenho semelhante na eliminação bacteriana.

Siddique *et al.* (2020) avaliaram por meio de um ensaio clínico randomizado a efetividade antibacteriana dos sistemas XP-endo Shaper, Protaper Next, Protaper Gold usando

a metodologia qPCR em dentes com necrose pulpar e periodontite apical assintomática. Difere da nossa pesquisa a metodologia utilizada, com dentes unirradiculares com canal único e multirradiculares, sendo a raiz distal de molares inferiores e palatina de molares superiores, concentração de NaOCl a 3% e volume total utilizado de 15 mL. A redução percentual total da carga bacteriana de XP-S foi de 99,50%, superior aos valores alcançados por ProTaper Next (98,81%) e ProTaper Gold (95,72%). No entanto, os dados quantitativos em S2 não revelaram diferença estatística significativa entre os grupos ( $P > 0.05$ ).

Na literatura, existem atualmente 47 artigos relacionados aos instrumentos XP-S e XP-F, sendo o estudo de Siddique *et al.* (2020) o único ensaio clínico randomizado com o instrumento XP-S.

Esta pesquisa foi inédita por ter sido a primeira a relatar o emprego do instrumento XP-F associado a XP-S no preparo químico-mecânico com vistas à redução bacteriana em canais radiculares de formato oval, com necrose pulpar e periodontite apical assintomática em um estudo clínico randomizado. Os resultados evidenciaram que os sistemas XP-endo Shaper e Reciproc Blue reduziram de forma similar e significativa a carga bacteriana. O ineditismo do presente trabalho foi demonstrar que o instrumento XP-endo Finisher, usado de forma conjugada e na técnica recomendada pelo fabricante, promoveu uma redução bacteriana superior em relação aos outros dois métodos utilizados.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, F.R.F. *et al.* Adjunctive steps for disinfection of the mandibular molar root canal system: a correlative bacteriologic, micro-computed tomography, and cryopulverization approach. **Journal of Endodontics**, v.42, n.11, p. 1667-1672, 2016.
- ALVES, F.R.F. *et al.* Bacteria and hard tissue debris extrusion and intracanal bacterial reduction promoted by xp-endo shaper and reciproc instruments. **Journal of Endodontics**, v.44, n.7, p. 1173-1178, 2018.
- AZIM, A.A. *et al.* Efficacy of 4 irrigation protocols in killing bacteria colonized in dentinal tubules examined by a novel confocal laser scanning microscope analysis. **Journal of Endodontics**, v.42, n.6, p. 928-934, June 2016.
- BAO, P. *et al.* *In vitro* efficacy of xp-endo finisher with 2 different protocols on biofilm removal from apical root canals. **Journal of Endodontics**, v.43, n.2, p. 321-325, 2017.
- BEDIER, M.M.; HASHEM, A.A.R.; HASSAN, Y.M. Improved dentin disinfection by combining different-geometry rotary nickel-titanium files in preparing root canals. **Restorative Dentistry & Endodontics**, v.43, n.4, p. 1-10, 2018.
- BUSQUIM, S. *et al.* A micro-computed tomography evaluation of long-oval canal preparation using reciprocating or rotary systems. **International Endodontic Journal**, v.48, n.10, p. 1001-1006, 2015.
- BYSTRÖM, A.; SUNVQVIST, G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. **International Endodontic Journal**, v.18, n.1, p. 35-40, 1985.
- CARVALHO, M.C. *et al.* Effectiveness of XP-Endo Finisher in the reduction of bacterial load in oval-shaped root canals. **Brazilian Oral Research**, v.33, p. 1-8, 2019.
- CHEUNG, G.S.P. Instrument fracture: mechanisms, removal of fragments, and clinical outcomes. **Endodontic Topics**, v. 16, n. 1, p. 1-26, 2007.
- CLARK DALTON, B. *et al.* Bacterial reduction with nickel-titanium rotary instrumentation. **Journal of Endodontics**, v.24, n.11, p. 763-767, 1998.
- DE-DEUS, G. *et al.* Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the reciproc files. **Journal of Endodontics**, v.43, n.3, p. 462-466, 2017.
- DE-DEUS, G. *et al.* Micro-CT comparison of XP-endo Finisher and passive ultrasonic irrigation as final irrigation protocols on the removal of accumulated hard-tissue debris from oval shaped-canals. **Clinical Oral Investigations**, v.23, n.7, p. 3087-3093, 2019a.
- DE-DEUS, G. *et al.* Shaping efficiency as a function of time of a new heat-treated instrument. **International Endodontic Journal**, v.52, n.3, p. 337-342, 2019b.
- DEBELIAN, G.; TROPE, M. Cleaning the third dimension. **Endodontic Practice**, v.8, n.6,

p. 18-21, 2015.

FKG SWISS ENDO. **XP endo shaper**. Switzerland, 2020a. Disponível em: <<https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-shaper>>. Acesso em: 25 de out. 2020.

FKG SWISS ENDO. **XP endo finisher**. Switzerland, 2020b. Disponível em: <<https://www.fkg.ch/products/endodontics/canal-shaping-and-cleaning/xp-endo-finisher>>. Acesso em: 25 de out. 2020.

HEILBORN, C. *et al.* Cleaning efficacy of an apical negative-pressure irrigation system at different exposure times. **Quintessence international (Berlin, Germany: 1985)**, v.41, n.9, p. 759-767, 2010.

HUFFAKER, S.K. *et al.* Influence of a passive sonic irrigation system on the elimination of bacteria from root canal systems: A clinical study. **Journal of Endodontics**, v.36, n.8, p. 1315-1318, 2010.

HUQUE, J. *et al.* Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with sodium hypochlorite. **International Endodontic Journal**, v.31, n.4, p. 242-250, 2002.

HUTH, K.C. *et al.* Effectiveness of ozone against endodontopathogenic microorganisms in a root canal biofilm model. **International Endodontic Journal**, v.42, n.1, p. 3-13, 2009.

LACERDA, M.F.L.S. *et al.* Cleaning and shaping oval canals with 3 instrumentation systems: a correlative micro-computed tomographic and histologic study. **Journal of Endodontics**, v.43, n.11, p. 1878-1884, 2017.

LEONI, G.B. *et al.* Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. **International Endodontic Journal**, v.50, n.4, p. 398-406, 2017.

LOTTANTI, S. *et al.* Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. **International Endodontic Journal**, v.42, n.4, p. 335-343, 2009.

METZGER, Z. *et al.* The quality of root canal preparation and root canal obturation in canals treated with rotary versus self-adjusting files: A three-dimensional micro-computed tomographic study. **Journal of Endodontics**, v.36, n.9, p. 1569-1573, 2010.

MOLANDER, A. *et al.* Microbiological status of root-filled teeth with apical periodontitis. **International Endodontic Journal**, v.31, n.1, p. 1-7, 1998.

MUYZER, G.; DE WAAL, E.C.; UITTERLINDEN, A.G. Profiling of complex microbial populations by denaturing gradient gel electrophoresis analysis of polymerase chain reaction-amplified genes coding for 16S rRNA. **Applied and Environmental Microbiology**, v.59, n.3, p. 695-700, 1993.

NEVES, M.A.S. *et al.* Clinical antibacterial effectiveness of root canal preparation with

reciprocating single-instrument or continuously rotating multi-instrument systems. **Journal of Endodontics**, v.42, n.1, p. 25-29, 2016.

OLIET, S. Single-visit endodontics: A clinical study. **Journal of Endodontics**, v.9, n.4, p. 147-152, 1983.

PAIVA, S.S.M. *et al.* Molecular microbiological evaluation of passive ultrasonic activation as a supplementary disinfecting step: A clinical study. **Journal of Endodontics**, v.39, n.2, p. 190-194, 2013a.

PAIVA, S.S.M. *et al.* Clinical antimicrobial efficacy of NiTi rotary instrumentation with NaOCl irrigation, final rinse with chlorhexidine and interappointment medication: A molecular study. **International Endodontic Journal**, v.46, n.3, p. 225-233, 2013b.

PAQUÉ, F. *et al.* Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study. **Journal of Endodontics**, v.36, n.4, p. 703-707, 2010.

PARASHOS, P.; GORDON, I.; MESSER, H.H. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use. **Journal of Endodontics**, v.30, n.10, p. 722-725, 2004.

PEKRUHN, R.B. The incidence of failure following single-visit endodontic therapy. **Journal of Endodontics**, v.12, n.2, p. 68-72, 1986.

PÉREZ, A.R. *et al.* Cleaning, Shaping and disinfecting abilities of 2 instruments systems as evaluated by a correlative micro-ct tomographica and histobacteriological approach. **Journal of Endodontics**, v.46, n.6, p. 846-857, 2020.

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

PETERS, O.A.; ARIAS, A.; PAQUÉ, F. A Micro-computed tomographic assessment of root canal preparation with a novel instrument, trushape, in mesial roots of mandibular molars. **Journal of Endodontics**, v.41, n.9, p. 1545-1550, 2015.

PLOTINO, G.; GRANDE, N.M.; PORCIANI, P.F. Deformation and fracture incidence of Reciproc instruments: A clinical evaluation. **International Endodontic Journal**, v.48, n.2, p. 199-205, 2015.

PRADO, M. *et al.* Resistance to vertical root fracture of root filled teeth using different conceptual approaches to canal preparation. **International Endodontic Journal**, v.49, n.9, p. 898-904, 2016.

RETAMOZO, B. *et al.* Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. **Journal of Endodontics**, v.36, n.3, p. 520-523, 2010.

RÔÇAS, I.N. *et al.* Susceptibility of as-yet-uncultivated and difficult-to-culture bacteria to chemomechanical procedures. **Journal of Endodontics**, v.40, n.1, p. 33-37, 2014.

SHÄFFER, E. Irrigation of the root canal. **Endo**, v.1, n.1, p. 11-27, 2007.

SHUPING, G.B. *et al.* Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. **Journal of Endodontics**, v.26, n.12, p. 751-755, 2000.

SIDDIQUE, R. *et al.* Comparison of antibacterial effectiveness of three rotary file system with different geometry in infected root canals before and after instrumentation—a double-blinded randomized controlled clinical trial. **British Dental Journal Open**, v.6, n. 8, p. 1-7, 2020.

SIQUEIRA JUNIOR, J.F. *et al.* Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, *in vitro*. **International Endodontic Journal**, v.30, n.4, p. 279-282, 1997.

SIQUEIRA JUNIOR, J.F. *et al.* Mechanical reduction of the bacterial population in the root canal by 3 instrumentation techniques. **Journal of Endodontics**, v.25, n.5, p. 332-335, 1999.

SIQUEIRA JUNIOR, J.F. *et al.* What happens to unprepared root canal walls: a correlative analysis using micro-computed tomography and histology/scanning electron microscopy. **International Endodontic Journal**, v.51, n.5, p. 501-508, 2018a.

SIQUEIRA JUNIOR, J.F. *et al.* Unprepared root canal surface areas: Causes, clinical implications, and therapeutic strategies. **Brazilian Oral Research**, v.32, p. 1-19, 2018b.

SIQUEIRA JUNIOR, J.F.; MAGALHÃES, K.M.; RÔÇAS, I.N. Bacterial reduction in infected root canals treated with 2.5% naocl as an irrigant and calcium hydroxide/camphorated paramonochlorophenol paste as an intracanal dressing. **Journal of Endodontics**, v.33, n.6, p. 667-672, 2007.

SIQUEIRA JUNIOR, J.F.; RÔÇAS, I.N. Clinical implications and microbiology of bacterial persistence after treatment procedures. **Journal of Endodontics**, v.34, n.11, p. 1291-1301.e3, 2008.

SJÖGREN, U. *et al.* Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. **International Endodontic Journal**, v.30, n.5, p. 297-306, 1997.

SUNDQVIST, G. Ecology of the root canal flora. **Journal of Endodontics**, v.18, n.9, p. 427-430, 1992.

SUNDQVIST, G. *et al.* Microbiologic analysis of teeth with failed endodontic treatment and the outcome of conservative re-treatment. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, v.85, n.1, p. 86-93, 1998.

TROPE, M.; DELANO, E.O.; ØRSTAVIK, D. Endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: Single vs. multivisit treatment. **Journal of Endodontics**, v.25, n.5, p. 345-350, 1999.

ÜREYEN KAYA, B. *et al.* Mechanical reduction in intracanal *Enterococcus faecalis* when using three different single-file systems: an ex vivo comparative study. **International Endodontic Journal**, v.52, n.1, p. 77-85, 2019.

VDW. **Reciproc blue**. Munich, 2020. Disponível em: <<https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciproc-blue/>>. Acesso em: 25 de out. 2020.

VERA, J. *et al.* One- versus two-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: A histobacteriologic study. **Journal of Endodontics**, v.38, n.8, p. 1040-1052, 2012.

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.

VERSIANI, M.A.; PÉCORÁ, J.D.; DE SOUSA-NETO, M.D. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: A micro-computed tomography study. **Journal of Endodontics**, v.37, n.7, p. 1002-1007, 2011.

VIANNA, M.E. *et al.* Effect of root canal procedures on endotoxins and endodontic pathogens. **Oral Microbiology and Immunology**, v.22, n.6, p. 411-418, 2007.

WALTIMO, T. *et al.* Clinical efficacy of treatment procedures in endodontic infection control and one year follow-up of periapical healing. **Journal of Endodontics**, v.31, n.12, p. 863-866, 2005.

WALTON, R.E. Histologic evaluation of different methods of enlarging the pulp canal space. **Journal of Endodontics**, v.2, n.10, p. 304-311, 1976.

WU, M.K. *et al.* Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, v.89, n.6, p. 739-743, 2000.

YARED, G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: Preliminary observations. **International Endodontic Journal**, v.41, n.4, p. 339-344, 2008.

ZAND, V. *et al.* Smear layer removal evaluation of different protocol of Bio Race file and XPendo Finisher file in corporation with EDTA 17% and NaOCl. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v.9, n.11, p. e1310-e1314, 2017.

ZHAO, Y. *et al.* Evaluation of several instrumentation techniques and irrigation methods on the percentage of untouched canal wall and accumulated dentine debris in C-shaped canals. **International Endodontic Journal**, v.52, n.9, p. 1354-1365, 2019.

ZUOLO, M.L. *et al.* Micro-CT assessment of the shaping ability of four root canal instrumentation systems in oval-shaped canals. **International Endodontic Journal**, v.51, n.5, p. 564-571, 2018.

## ANEXO A - Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa PUC Minas

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -  
PUCMG



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** ESTUDO DA CAPACIDADE DE LIMPEZA E DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES COM O USO DE RECIPROC BLUE E XP-ENDO SHAPER

**Pesquisador:** RODRIGO RODRIGUES AMARAL

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 97131918.7.0000.5137

**Instituição Proponente:** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

**Patrocinador Principal:** Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais - PUCMG

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.326.649

#### Apresentação do Projeto:

A maioria das falhas e insucessos do tratamento endodôntico está relacionada à persistência de microrganismos resistentes ao preparo químico-mecânico e/ou à medicação intracanal. A proposta inicial deste estudo é utilizar dentes com indicação de tratamento endodôntico, com periodontite apical crônica, com formato oval ou achatado para obtenção de amostras microbiológicas antes e após a instrumentação do SCR com 3 pontas papel absorventes. Será feita avaliação qualitativa em 12 incisivos inferiores, grupo-1 SAF (n=6) e grupo-2 XP-endo Shaper (n=6) com indicação de exodontia, que receberão tratamento endodôntico em sessão única e obturação do SCR. O grupo 3 (n=2) será o grupo controle positivo. Nesta emenda propõe-se substituir o Grupo SAF, conforme justificativa a seguir: "O Grupo SAF foi substituído pelo Instrumento Reciproc Blue em razão da indisponibilidade do motor elétrico específico e dos instrumentos SAF no Brasil. A metodologia da pesquisa não foi alterada, apenas o grupo SAF foi substituído pelo instrumento Reciproc Blue".

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

- Avaliar quantitativamente e qualitativamente a microbiota do SCR de dentes humanos infectados, in vivo, antes e após o preparo químico-mecânico com o sistema SAF e instrumento XP-endo Shaper por meio de qPCR real time e por estudo histobacteriológico.

**Endereço:** Av. Dom José Gaspar, 500 - Predio 03, sala 228  
**Bairro:** Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3319-4517 **Fax:** (31)3319-4517 **E-mail:** cep.proppg@pucminas.br

Continuação do Parecer: 3.326.649

**Objetivos Secundários:**

- a) quantificar a carga microbiana dos canais radiculares através da técnica de sequenciamento de nova geração do 16S rRNA, antes e após o preparo químico-mecânico com SAF, in vivo, por meio de qPCR real time;
- b) quantificar a carga microbiana dos canais radiculares através da técnica de sequenciamento de nova geração do 16S rRNA, antes e após o preparo químico-mecânico com XP-endo Shaper, in vivo, por meio de qPCR real time;
- c) avaliar qualitativamente, in vivo, através de método histobacteriológico a presença de microrganismos remanescentes nos canais radiculares nos terços médio e apical da raiz, pela técnica modificada de Brown e Brenn, após o preparo químico-mecânico e obturação do canal radicular com SAF e instrumento XP-Endo Shaper.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Sem alterações em relação aos riscos e benefícios estabelecido no Parecer Consubstanciado Número 3.015.029.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

As modificações propostas não apresentam nenhuma alteração em relação aos requisitos éticos da pesquisa.

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

Os termos de apresentação obrigatória foram anexados e estão de acordo com as normas vigentes.

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

Pela aprovação da emenda.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1334277_E1.pdf	11/04/2019 18:18:49		Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto01.pdf	11/04/2019 18:17:36	RODRIGO RODRIGUES AMARAL	Aceito

**Endereço:** Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228  
**Bairro:** Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3319-4517 **Fax:** (31)3319-4517 **E-mail:** cep.proppg@pucminas.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DE MINAS GERAIS -  
PUCMG



Continuação do Parecer: 3.326.649

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_pesquisa.pdf	11/04/2019 00:46:50	RODRIGO RODRIGUES AMARAL	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	27/10/2018 00:59:51	RODRIGO RODRIGUES AMARAL	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 15 de Maio de 2019

---

**Assinado por:**  
**CRISTIANA LEITE CARVALHO**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Av. Dom José Gaspar, 500 - Prédio 03, sala 228  
**Bairro:** Coração Eucarístico **CEP:** 30.535-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3319-4517 **Fax:** (31)3319-4517 **E-mail:** cep.proppg@pucminas.br

## **ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto: ESTUDO COMPARATIVO *IN VIVO* DA CAPACIDADE DE LIMPEZA E DESINFECÇÃO DO SISTEMA DE CANAIS RADICULARES COM O USO DE *RECIPROC BLUE* E *XP-ENDO SHAPER*.**

Prezado Sr(a),

Você está sendo convidado a participar de uma pesquisa que avaliará a capacidade de limpeza e eliminação de bactérias em canais radiculares (canal do dente) de pacientes atendidos na clínica da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Os canais radiculares, quando saudáveis, não apresentam em seu interior a presença de bactérias. Contudo, na maioria das vezes, quando contaminados por bactérias a partir de lesões de cárie, necessitam ser tratados devido à presença de bactérias que alcançaram o canal, e conseqüentemente atingiram a região do osso causando as chamadas lesões periapicais. O tratamento correto que o(a) Sr.(a) terá nessa clínica será a limpeza (desinfecção) e, posteriormente, obturação dos canais radiculares, ou seja, o preenchimento deste canal vazio com uma substância apropriada. Caso o dente não seja viável ou possível recupera-lo, o tratamento reduzirá a quantidade de bactérias para ter posteriormente o dente ser extraído. O (A) Sr.(a) comparecerá a clínica no mínimo duas vezes para esse tratamento.

Você foi selecionado(a) a participar deste estudo por que possui um dente que necessita de tratamento de canal, devido à presença de uma infecção. Para que decida ou não participar desta pesquisa, você deve entender o suficiente a respeito do protocolo, de modo a fazer um julgamento preciso. Após tirar radiografia e definir o diagnóstico, o paciente será submetido à coleta, inserindo-se um cone de papel absorvente no interior dos canais radiculares. Todos os pacientes receberão tratamento de canal, a ser realizado na PUC Minas, situada na cidade de Belo Horizonte MG, obedecendo às normas da instituição. Após a coleta, as amostras serão levadas ao Laboratório de Microbiologia para serem processadas. Se houver alguma dúvida que você não tenha entendido sobre este estudo, após a leitura deste consentimento informado, por favor, dirija suas perguntas ao Dentista Rodrigo Rodrigues Amaral.

Os riscos na participação da pesquisa são os mesmos referentes ao tratamento de canal.

Poderá ocorrer o aparecimento de dor ou inflamação após o tratamento, que poderão ser diminuídos com o atendimento adequado ou de emergência. Caso necessite, o Dr. Rodrigo Rodrigues Amaral indicará o atendimento de emergência (ligar para ele se isto acontecer).

Sua participação é muito importante e voluntária e, conseqüentemente, não haverá pagamento por participar desse estudo. Você tem o direito de se recusar em participar ou retirar-se do estudo a qualquer momento não havendo nenhum prejuízo pessoal se esta for a sua decisão. Caso recuse, mesmo assim o seu dente será tratado normalmente.

As informações obtidas nesse estudo serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação em todas as fases da pesquisa, e quando da apresentação dos resultados em publicação científica ou educativa, uma vez que os resultados serão sempre apresentados como retrato de um grupo e não de uma pessoa.

Todo material coletado durante a pesquisa ficará sob a guarda e responsabilidade do pesquisador responsável pelo período de 5 (cinco) anos e, após esse período, será destruído

As informações obtidas com a sua participação podem resultar no melhor entendimento na limpeza e eliminação de bactérias nos pacientes portadores de infecção endodôntica (de canal). De toda forma, o principal benefício será a realização do tratamento endodôntico sem custo e conseqüentemente eliminar a causa da infecção do canal que será por meio da eliminação de bactérias. Mesmo quando o dente não for mais recuperável, a extração do dente será realizada em condições mais saudáveis com menor quantidade de bactérias presentes.

Para todos os participantes, em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa, será observada, nos termos da lei, a responsabilidade civil.

Você receberá uma via deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador responsável, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

**Pesquisador responsável:**

Rodrigo Rodrigues Amaral.

Endereço: Av. do Contorno, 2511- salas 806 e 807. Belo Horizonte -

MG. Telefones: 3222-9862 / 99818 7779

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, coordenado pela Prof.<sup>a</sup> Cristiana Leite Carvalho, que poderá ser contatado em caso de questões éticas, pelo telefone 3319-4517 ou e-mail cep.proppg@pucminas.br.

O presente termo será assinado em 2 (duas) vias de igual teor.

Belo Horizonte, 22 de Março de 2019.

Dou meu consentimento de livre e espontânea vontade para participar deste estudo. Nome do

\_\_\_\_\_

participante (em letra de forma)

\_\_\_\_\_

Assinatura do participante ou representante legal

\_\_\_\_\_

Data

Eu, **Rodrigo Rodrigues Amaral**, comprometo-me a cumprir todas as exigências e responsabilidades a mim conferidas neste termo e agradeço pela sua colaboração e sua confiança.

\_\_\_\_\_

Assinatura do pesquisador

\_\_\_\_\_

Data

## ANEXO C - Produção intelectual do aluno durante o curso de doutorado

### Artigos completos publicados em periódicos nacionais e internacionais

**2017**

**Rodrigo Rodrigues Amaral**, Eduardo Nunes; Maria Eugênia Alvarez-Leite; José Cláudio Faria Amorim; Martinho Campolina Rebello Horta; Maria Ilma de Sousa Cortês; Frank Ferreira Silveira; Stephen Cohen. Ex Vivo Assessment of Photodynamic Therapy in Achieving Microbial Reduction. CALIFORNIA DENTAL ASSOCIATION JOURNAL, v.45. No 3, p. 139-144, 2017.

**Qualis B2**

PHOTODYNAMIC THERAPY

CDA JOURNAL, VOL 45, Nº 3



### Ex Vivo Assessment of Photodynamic Therapy in Achieving Microbial Reduction

Rodrigo Rodrigues Amaral, DDS, MS; Eduardo Nunes, DDS, MS, PhD; Maria Eugênia Alvarez-Leite, DDS, MS, PhD; José Cláudio Faria Amorim, DDS, MS, PhD; Martinho Campolina Rebello Horta, DDS, MS, PhD; Maria Ilma de Sousa Cortês, DDS, MS, PhD; Frank Ferreira Silveira, DDS, MS, PhD; and Stephen Cohen, MA, DDS

**ABSTRACT** The study was to assess the effects of photodynamic therapy (PDT) on root canals contaminated by *Enterococcus faecalis* (*E. faecalis*). PDT was performed with 0.005% methylene blue dye and with a low-intensity red emission laser. Microbiological samples were collected before, immediately and 72 hours after instrumentation. Although PDT performed with the chosen light parameters promoted additional microbial reduction, this therapy did not achieve a statistically significant reduction of *E. faecalis*.

**AUTHORS**

<p><b>Rodrigo Rodrigues Amaral, DDS, MS, PhD</b>, is in the department of dentistry at Paulista University. <b>Colégio de Máscara Dental de São-Hortense, Brazil</b>. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Hematopatologia.</b></p>	<p><b>Mário Eugênio Alvarez-Leite, DDS, MS, PhD</b>, is in the department of dentistry at Paulista University. <b>Colégio de Máscara Dental de São-Hortense, Brazil</b>. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Home reported.</b></p>	<p><b>Martinho Campolina Rebello Horta, DDS, MS, PhD</b>, is in the department of dentistry of Paulista University. <b>Colégio de Máscara Dental de São-Hortense, Brazil</b>. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Home reported.</b></p>	<p><b>Frank Ferreira Silveira, DDS, MS, PhD</b>, is an adjunct professor of endodontics at the University of the Pacific. <b>Author A, Dugon School of Dentistry in São Francisco</b>. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Home reported.</b></p>
<p><b>Eduardo Nunes, DDS, MS, PhD</b>, is in the department of dentistry at Paulista University. <b>Colégio de Máscara Dental de São-Hortense, Brazil</b>. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Hematopatologia.</b></p>	<p><b>José Cláudio Faria Amorim, DDS, MS, PhD</b>, is in the department of dentistry of Setima University in Indaiatuba, Brazil. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Home reported.</b></p>	<p><b>Maria Ilma de Sousa Cortês, DDS, MS, PhD</b>, is in the department of dentistry of Paulista University. <b>Colégio de Máscara Dental de São-Hortense, Brazil</b>. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Home reported.</b></p>	<p><b>Stephen Cohen, MA, DDS</b>, is an adjunct professor of endodontics at the University of the Pacific. <b>Author A, Dugon School of Dentistry in São Francisco</b>. <b>Coeditor of Journal</b>. <b>Discipline: Home reported.</b></p>

In the last several decades, endodontics has evolved substantially along with the development and adoption of new technologies and materials. The quality of endodontic treatment has been maintained, and the time required to accomplish it has been substantially reduced. Most therapeutic failures are associated with the persistent presence of microorganisms, which are able to survive chemomechanical preparation or intracanal medication.<sup>1</sup> Protected by the favorable anatomy of the root canal system (BCS), microorganisms cannot be reached by the host's defenses or systemic antibiotics. Microorganisms are eliminated by the mechanical action of instruments, the irrigation process and the action of antimicrobial irrigants and intracanal medication. Several studies have shown

MARCH 2017 129

2019

**Rodrigo Rodrigues Amaral**, Stephen Cohen, Marcus Vinicius Lucas Ferreira, Betânia Maria Soares, Maria Ilma de Souza Côrtes. Antimicrobial Photodynamic Therapy Associated with Long Term Success in Endodontic Treatment with Separated Instruments: A Case Report. *PHOTODIAGNOSIS AND PHOTODYNAMIC THERAPY*, v. 26. p.10-18, 2019.

Qualis A2

Photodiagnosis and Photodynamic Therapy 26 (2019) 15–18

Contents lists available at ScienceDirect

**Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/pdpdt](http://www.elsevier.com/locate/pdpdt)




**Antimicrobial Photodynamic Therapy associated with long term success in endodontic treatment with separated instruments: A case report**

Rodrigo Rodrigues Amaral<sup>a,\*</sup>, Stephen Cohen<sup>b</sup>, Marcus Vinicius Lucas Ferreira<sup>c</sup>, Betânia Maria Soares<sup>d</sup>, Maria Ilma de Souza Côrtes<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil  
<sup>b</sup> Department of Endodontics, Arthur Dugoni School of Dentistry, University of the Pacific, San Francisco, CA, USA  
<sup>c</sup> Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil  
<sup>d</sup> Biomechanics Laboratory, Department of Mechanical Engineering, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, Brazil

**ARTICLE INFO**

**Keywords**  
 Endodontic infection  
 Photodynamic therapy  
 Separated instrument  
 Treatment outcome

**ABSTRACT**

This paper describes a case with a 5-year follow-up of Antimicrobial Photodynamic Therapy (aPDT) associated with long-term success in endodontic treatment in a tooth with separated instruments. The patient presented with a tooth exhibiting a periapical lesion, slight swelling, and severe pain. A radiograph revealed the presence of two separated files in the middle and apical thirds of the mesial root on a lower first molar. Attempts at bypassing were not successful. In the mesial root, instrumentation was limited to the coronal ends of the separated instruments. The apical patency could not be achieved due to the blockage of the separated files. aPDT was performed in two visits, at a 660-nm wavelength and 100 mW of power, for 90 s to a total energy of 9.0 Joules. Methylene blue solution was used as photosensitizer at concentration of 0.005%. A 300-µm light diffuser was coupled to the diode laser and was inserted into the root canal 2 mm short of WL, where it was set to allow better diffusion of light. Each root canal was sealed with gutta-percha by warm vertical compaction and Pulp Canal Sealer<sup>®</sup>. After 5 years of follow-up, clear evidence of remineralization of the radiolucency and bone healing was observed. This case report suggests that the addition of aPDT to conventional endodontic treatment improved microbial disinfection leading to a successful long-term outcome.

**1. Introduction**

Over the last decades, successful endodontic treatment has become more predictable with the development of new technologies and materials. Effective root canal disinfection is one of the main goals and a fundamental component of successful root canal treatment. The quality of endodontic treatment has constantly improved, and the time required to accomplish it has been substantially reduced.

Most therapeutic failures are associated with the persistence of microorganisms that are able to survive chemomechanical preparation and/or intracanal medication. The complexity of the root canal system and the polymicrobial nature of primary endodontic infections consisting primarily of anaerobic bacteria makes complete debridement and bacterial eradication with instrumentation, irrigation or intracanal medicaments almost impossible [1]. Intracanal separation of instruments is one of the most troublesome incidents during endodontic

therapy. It may hinder cleaning and shaping within the root canal system. Although some studies state that the prognosis for endodontic treatment is not significantly reduced when a fractured instrument fragment is left within a root canal [2] when a periapical lesion is present at the time of instrument separation, the treatment outcome may become highly questionable [3].

Antimicrobial Photodynamic Therapy (aPDT) has emerged as a promising approach to eradicate oral pathogenic bacteria. PDT involves the use of a photosensitizer (PS) that is activated by light at a specific wavelength; it absorbs photons from the light source, and their electrons enter an excited state, also known as triplet state. In the presence of a substrate, such as oxygen, the photosensitizer, when it returns to its basic state, transfers the energy to the substrate, thus forming free radicals of high cytotoxicity, such as superoxides, free radicals and singlet oxygen. These oxygen species are highly reactive and harm proteins, lipids, nucleic acids, and other microbial cellular components [4].

\* Corresponding author at: Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Av. Dom José Gaspar, 500, Prédio 46/Sala 101 – Coração Eucarístico, 30535-901, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.  
 E-mail addresses: [dr.rodrigoamaral@gmail.com](mailto:dr.rodrigoamaral@gmail.com) (R.R. Amaral), [scohen@cohenendodontics.com.br](mailto:scohen@cohenendodontics.com.br) (S. Cohen), [mvlucas@ufmg.br](mailto:mvlucas@ufmg.br) (M.V.L. Ferreira), [cortesi@iglobo.com](mailto:cortesi@iglobo.com) (B.M. Soares), [cortesi@iglobo.com](mailto:cortesi@iglobo.com) (M.L.d.S. Côrtes).

<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2019.02.015>  
 Received 22 October 2018; Received in revised form 12 February 2019; Accepted 19 February 2019  
 Available online 20 February 2019  
 1572-1000/© 2019 Elsevier B.V. All rights reserved.

2020

**Rodrigo Rodrigues Amaral, Anna Gabriella Guimarães Oliveira, Tiago Braga, Peter Reher, Luiz de Macedo Farias, Paula Prazeres Magalhães, Pedro Gonçalves Ferreira, Maria Ilma de Souza Côrtes.** Quantitative Assessment of the Efficacy of Two Different Single-file Systems in Reducing Bacterial load in Oval-Shaped Canals: A Clinical Study. *JOURNAL OF ENDODONTICS*, v.46. No 9, pag 1228- 1234, 2020.

Qualis A1

Rodrigo Rodrigues Amaral, DDS, MSc,<sup>1\*</sup>  
 Anna Gabriella Guimarães Oliveira, BBlotSc, MSc, PhD,<sup>2</sup>  
 Tiago Braga, DDS,<sup>1</sup> Peter Reher, DDS, MSc, PhD,<sup>1</sup> Luiz de Macedo Farias, DDS, MSc, PhD,<sup>2</sup>  
 Paula Prazeres Magalhães, BBlotSc, MSc, PhD,<sup>2</sup>  
 Pedro Gonçalves Ferreira, DDS,<sup>1</sup> and Maria Ilma de Souza Côrtes, DDS, MSc, PhD<sup>2</sup>

## CLINICAL RESEARCH

## Quantitative Assessment of the Efficacy of Two Different Single-file Systems in Reducing the Bacterial load in Oval-Shaped Canals: A Clinical Study



## SIGNIFICANCE

One of the primary goals of root canal instrumentation is to eradicate or to reduce the bacterial load. The present study was undertaken to evaluate the *in vivo* antibacterial efficacy of two different single-file systems in oval-shaped root canals.

From the <sup>1</sup>School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia; <sup>2</sup>Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, and <sup>3</sup>Laboratory of Oral Microbiology and Anaerobes, Department of Microbiology, Institute of Biological Sciences, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

Address requests for reprints to Dr Rodrigo Rodrigues Amaral, School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Griffith Health Centre, Corner Ozean Avenue & Parklands Drive, Gold Coast Campus, Southport, QLD 4215, Australia.  
 E-mail address: drrodrig@amaral@gmail.com

0091-2298/\$ - see front matter

Copyright © 2020 American Association of Endodontists.  
<https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.08.007>

## ABSTRACT

**Introduction:** This randomized clinical study compared the *in vivo* antibacterial efficacy of Reciproc Blue (RB), XP-endo Shaper (XP-S), and XP-endo Shaper associated with XP-endo Finisher (XP-F) systems in infected oval-shaped root canals with primary apical periodontitis.

**Methods:** In this study, 28 human teeth with a single root and a single canal were randomly assigned to 2 groups according to the instrumentation technique: group 1, RB ( $n = 14$ ) and group 2, XP-endo (XP-S and XP-F,  $n = 14$ ). The single-rooted teeth were prepared by reciprocating and rotary nickel-titanium instruments with 5.25% sodium hypochlorite irrigation. Samples were collected from the canal at the baseline (S1), after chemomechanical preparation (S2), and after XP-F instrumentation (S3). The DNA extracts were subjected to quantitative analysis for total bacterial counts by quantitative real-time polymerase chain reaction. The data were analyzed using the analysis of variance test, and the level of significance was set at 5%. **Results:** All samples tested positive for the presence of bacteria at baseline, and the bacterial counts substantially reduced after treatment procedures ( $P < .01$ ). The results showed no statistical difference between RB and XP-S instrumentation with respect to the bacterial reduction ( $P > .05$ ). A marked bacterial reduction was observed after the use of the XP-F instrument ( $P < .01$ ). **Conclusions:** The XP-S and RB systems sharply reduced the bacterial load in oval-shaped root canals with primary apical periodontitis. XP-F used as a supplementary instrument to chemomechanical preparation promoted a significantly higher bacterial reduction. (*J Endod* 2020;46:1228–1234.)

## KEY WORDS

Apical periodontitis; bacterial reduction; endodontic treatment; quantitative real-time polymerase chain reaction

One of the primary goals of root canal instrumentation is to eradicate bacterial colonization or to reduce the bacterial load to levels that permit periradicular tissue healing<sup>1</sup>. The effects of chemomechanical debridement significantly improve when antimicrobial substances are used for irrigation such as sodium hypochlorite (NaOCl), which is considered a highly effective antimicrobial solution<sup>2</sup>. However, the effects are restricted to the main root canal, and instruments usually fail to touch all the walls, causing unprepared areas to harbor microorganisms<sup>3</sup>. In addition, studies have revealed that chemomechanical preparation using NaOCl at different concentrations is not able to render root canals free of bacteria, and 40%–60% of the root canals are still positive for bacterial presence<sup>4,5</sup>.

During the last few decades, instruments with different designs and concepts have been introduced to deal with canals of complex anatomy, including oval-shaped canals. They include TrueShape (Dentsply Sirona, Tulsa, OK)<sup>6</sup>, Self-Adjusting File (FileDentNOVA, Ra'anana, Israel)<sup>7</sup>, and XP-endo Shaper and Finisher (FKG Dentaire, La Chaux-de-Fonds, Switzerland) systems<sup>8</sup>. It is widely recognized that oval-shaped canals provide a challenging task for adequate root canal cleaning, shaping,

Alessandra Rosa de Sá, José Flávio Gabrich Giovannini, Henrique trindade de Magalhães, Victor Couto Figueiredo, **Rodrigo Rodrigues Amaral**. Contracted Endodontic Cavity in a Severely Calcified Anterior Tooth Using Guided Endodontics Technique: Case Report. ACTA SCIENTIFIC DENTAL SCIENCE, v.4, No 8, p.104- 108, 2020.



ACTA SCIENTIFIC DENTAL SCIENCES (ISSN: 2581-4893)

Volume 4 Issue 8 August 2020

Case Report

Contracted Endodontic Cavity in a Severely Calcified Anterior Tooth Using Guided Endodontics Technique: Case Report

Alessandra Rosa de Sá<sup>1</sup>, José Flávio Gabrich Giovannini<sup>1</sup>, Henrique Trindade de Magalhães<sup>1</sup>, Victor Couto Figueiredo<sup>1</sup>, Tiago Braga<sup>1</sup> and Rodrigo Rodrigues Amaral<sup>2,3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Dentistry, Centro Universitário Newton Paiva, Faculdade de Odontologia, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>2</sup>Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>3</sup>School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia

\*Corresponding Author: Rodrigo Rodrigues Amaral, School of Dentistry and Oral Health, Griffith University, Gold Coast Campus, Queensland, Australia.

Received: June 29, 2020

Published: July 28, 2020

© All rights are reserved by Evanthia Chryzomali, et al.

#### Abstract

Pulp canal obliteration (PCO) is characterized by the deposition of calcified tissue within the root canal space, which may partially or totally involve the canal. The endodontic treatment of calcified teeth is considered a challenging task depending on the severity of pulp obliteration. Recently, guided endodontics has become an alternative approach for those cases. This case report describes the use of guided endodontic access for the maxillary left lateral incisor of a 73-year-old male patient that required restorative treatment. The tooth had an extensive coronary fracture and demanded endodontic treatment for prosthetic purposes. Periapical radiography showed that pulp obliteration was severe at the cervical and middle thirds of the root. A cone beam computed tomography (CBCT) was requested in order to assess the level of obliteration. A three-dimensional (3D) template was planned with the CBCT's images along with intraoral scanning. A prototyped guide for guided endodontic access was performed, and the dental procedures were concluded safely. Guided endodontic access was paramount to overcome the pulp obliteration and ensured the endodontic treatment, and prosthetic rehabilitation could be performed.

**Keywords:** Contracted Access Cavity; Endodontics; Guided Endodontics; Pulp Canal Obliteration; Root Canal Treatment

#### Introduction

Pulp canal obliteration (PCO), also known as calcific metamorphosis, is characterized by the deposition of calcified tissue along the canal walls. Dental trauma, carious lesions, abfraction, abrasion, pulp capping, malocclusion, orthodontic therapy, parafunctional habits, and aging are factors that can trigger PCO [1,2]. The root canal location and exploration are significantly complicated in teeth with PCO. The difficulty is determined by the root canal anatomy, the extension of calcification, and tooth position in the mouth [3].

Endodontic treatment of teeth with pulp obliteration is a challenging task even for the most experienced endodontists. The use of a dental microscope, ultrasonic tips [4], digital radiographs with different angulations, and cone beam computed tomography (CBCT) [5] provide reliable information to identify obliterated root

canals. Despite that, access cavity preparation for such cases is associated with a high failure rate and limited prognosis. Procedural errors can lead to a substantial loss of dentin structure, root canal deviation, or even perforation [6].

Recently, clinical cases and *in vitro* studies of guided endodontics have been reported using a static computed tomographic-based stereolithographic drill guide system used for access preparation [7-9]. The results are promising, showing that it is a clinically viable method and easy to perform even by the less experienced clinician [10].

This case report aims to describe the guided endodontic access in maxillary left lateral incisor with pulp canal obliteration and coronal tooth structure loss, which required prosthetic rehabilitation.

Warley Luciano Tavares Fonseca, Marcus Vinícius Lucas Ferreira, Vinícius de Carvalho Machado, Tiago Braga, **Rodrigo Rodrigues Amaral**, Stephen Cohen. Antimicrobial photodynamic therapy and guided endodontics: A case report. *PHOTODIAGNOSIS AND PHOTODYNAMIC THERAPY*, 31 (2020) 101935

Qualis A2

Photodiagnosis and Photodynamic Therapy 31 (2020) 101935

---



Contents lists available at ScienceDirect

**Photodiagnosis and Photodynamic Therapy**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/pdpdt](http://www.elsevier.com/locate/pdpdt)



---

Short Communication

## Antimicrobial photodynamic therapy and guided endodontics: A case report

Warley Luciano Tavares<sup>a</sup>, Marcus Vinícius Lucas Ferreira<sup>a</sup>,  
Vinícius de Carvalho Machado<sup>a</sup>, Tiago Braga<sup>b</sup>, Rodrigo Rodrigues Amaral<sup>b,c,\*</sup>, Stephen Cohen<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil  
<sup>b</sup>School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia  
<sup>c</sup>Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil  
<sup>d</sup>Department of Endodontics, Arthur Dugoni School of Dentistry, University of the Pacific, San Francisco, CA, USA

---

**ABSTRACT**

A 35-year-old woman with a history of pulp canal obliteration (PCO) and apical periodontitis was treated with guided endodontics combined with antimicrobial photodynamic therapy (aPDT). The use of aPDT was paramount to the approach performed, and its application should be encouraged in cases of severely calcified canals when apical patency is unachievable. The combination of these techniques ensured successful clinical, radiographic, and tomographic outcomes at the 1-year follow-up. **Key Words:** Antimicrobial PDT, guided endodontics, periodontitis, pulp canal obliteration

---

**1. Introduction**

The success of endodontic treatment is related to the cleaning, shaping, and sealing of the root canal system (RCS) with the consequent elimination of microorganisms. However, success may be hampered by anatomical complexities, such as pulp canal obliteration (PCO) [1,2].

PCO is characterized by the deposition of calcified tissues within the root canal space. It is usually associated with external aggressions, such as dental trauma, response to orthodontic forces, or even physiological factors in elderly patients [2]. The severity of pulp calcification poses a challenge to the treatment and is associated with a high failure rate and reduced prognosis [3].

Technological advances have increased the success rate and decreased the operator time of endodontic treatment. Recently, the guided endodontic technique has gained popularity as an alternative method for accessing severely calcified root canals without causing iatrogenic damage to the tissues [4]. A three-dimensional (3D) template is built based on cone-beam computed tomography (CBCT) and 3D scanned teeth, which enables virtual planning of how the calcified root can be accessed.

Antimicrobial photodynamic therapy (aPDT) is a promising approach in endodontic treatment, and it has been shown to be effective in both *in vitro* and *in vivo* studies [5–8]. The procedure is based on the use of a photosensitizer (PS) and a resonant light source. In the presence of oxygen, the PS absorbs the resonant wavelength, and reactive oxygen species are generated. aPDT is effective against many microorganisms, such as bacteria and fungi, which may be present in the calcified root canal and dentinal tubules and, consequently, may lead to periapical inflammation [7].

This case report describes the use of aPDT as an adjunctive treatment in a case that presented with severe PCO and apical periodontitis, in which guided endodontic access could not be successfully achieved due to the severity of pulp calcification.

**2. Case report**

A 35-year-old Brazilian woman was referred to an endodontist at a private dental clinic in Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil. The patient had no history of medication or systemic diseases. An intraoral examination revealed pain on palpation and tenderness to percussion associated with the affected tooth. In addition, slight edema was observed. Radiographically, complete absence of the root canal space and apical radiolucency were observed.

The patient was informed about the prognosis and predictability of success. An informed consent was signed by the patient, and guided endodontics combined with aPDT was proposed as the best treatment option. High-resolution CBCT was performed using the following settings: 0.2-mm voxel, grayscale 14 bits, 26.9-second x-ray exposure, 120 kV, and 37 mA (ICAT; Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA), which confirmed severe PCO.

After the printed 3D template fit was checked intraorally, drilling was performed using an endodontic motor set to 900 rpm and 4 N torque under copious saline irrigation. After each 2 mm apical advancement of the instrument, a radiograph was obtained and used to confirm the correct position of the drill. However, even after reaching 1 mm from the root apex, patency could not be achieved due to a slight

---

\* Corresponding author at: Griffith Health Centre, Corner Olsen Avenue & Parklands Drive, Gold Coast campus, Southport, QLD 4215, Australia.  
E-mail address: [r.amaral@griffith.edu.au](mailto:r.amaral@griffith.edu.au) (R.R. Amaral).

<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101935>  
Received 30 June 2020; Received in revised form 21 July 2020; Accepted 27 July 2020  
Available online 08 August 2020  
1572-1000/ © 2020 Elsevier B.V. All rights reserved.

Isabella da Costa Ferreira, Gabriela da Costa Ferreira, Warley Luciano Fonseca Tavares, Maria Ilma de Souza Côrtes, Tiago Braga, **Rodrigo Rodrigues Amaral**. Use of technology in endodontics by undergraduate dental students in a south-eastern state of Brazil. *EUROPEAN JOURNAL OF DENTAL EDUCATION*, v. 00, p.1–7, 2020.

## Qualis A3

Received: 4 February 2020 | Revised: 16 March 2020 | Accepted: 7 August 2020  
DOI: 10.1111/eje.12594

ORIGINAL ARTICLE

WILEY

# Use of technology in endodontics by undergraduate dental students in a south-eastern state of Brazil

Isabella da Costa Ferreira<sup>1</sup> | Gabriela da Costa Ferreira<sup>1</sup> | Warley Luciano Fonseca Tavares<sup>2</sup> | Maria Ilma de Souza Côrtes<sup>3</sup> | Tiago Braga<sup>4</sup> | Rodrigo Rodrigues Amaral<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Dentistry, Centro Universitário Newton Paiva, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>2</sup>Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dentistry, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>3</sup>Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>4</sup>School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Gold Coast, Qld, Australia

### Correspondence

Rodrigo Rodrigues Amaral, Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil.  
Email: drrodrigoamaral@gmail.com

### Funding information

Conselho Nacional para o Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES)

### Abstract

**Introduction:** This study aimed to determine the level of incorporation of current technologies for endodontic treatment in undergraduate dentistry courses in a south-eastern state of Brazil.

**Methods:** For data collection, a self-assessment-based online questionnaire was created using the "Google Forms" platform, consisting of 12 multiple-choice and a few open-ended questions. The questions were related to the use of current technologies for diagnosis, imaging, use of ultrasonics in endodontics, instrumentation, use of apex locator, microscopy, photodynamic therapy and thermoplastic techniques during endodontic treatment. The questionnaire was sent to 54 dental schools in Minas Gerais.

**Results:** The results show low technological incorporation during the various stages of endodontic treatment by undergraduate students in dentistry courses in Minas Gerais.

**Conclusion:** Despite the availability of several technologies to help perform different stages of endodontic treatment, it was observed that most universities do not teach the use of these technologies. Additional studies are needed to correlate how the lack of incorporation of these technologies could impact on the quality of the endodontic learning for undergraduate students.

### KEYWORDS

endodontics, root canal therapy, technology

## 1 | INTRODUCTION

The skills of dental professionals have become an important subject of research for understanding and effectively catering to the health needs of the society.<sup>1</sup> The experiences gained in new-practice scenarios can be of crucial importance for professionals in enabling them to become integrated with social realities and articulated with the challenges in oral health care, as part of the teaching and learning process in dentistry.<sup>2</sup>

In dentistry, technological innovation is directly related to research and education.<sup>3</sup> The acquisition of new technologies by dental schools does not necessarily indicate their implementation in clinical practice. For the implementation of a new technology, it must have some advantage, be compatible with the expected result, have low complexity, have been the object of study and have been under observation for a requisite period.<sup>4</sup> Rogers (2010)<sup>5</sup> describes that there are four main elements in the dissemination of innovation: the innovation itself, communication channels, time and the social system.

Tiago Braga, Nigel Robb, Robert Matthew Love, **Rodrigo Rodrigues Amaral**, Vandilson Pinheiro Rodrigues, Jose Mauricio Paradella de Camargo, Marco Antonio Hungaro Duarte. The impact of the use of magnifying dental loupes on the performance of undergraduate dental students undertaking simulated dental procedures. JOURNAL DENTAL EDUCATION, p.1-9, 2020.

## Qualis A3

Received: 26 June 2020 | Revised: 24 August 2020 | Accepted: 9 September 2020

DOI: 10.1002/jdd.12437

ORIGINAL ARTICLE

ADEA | THE VOICE OF DENTAL EDUCATION | WILEY

# The impact of the use of magnifying dental loupes on the performance of undergraduate dental students undertaking simulated dental procedures

Tiago Braga DDS<sup>1</sup> | Nigel Robb DDS, MSc, PhD<sup>1</sup> | Robert Matthew Love DDS, MSc, PhD<sup>1</sup> | Rodrigo Rodrigues Amaral DDS, MSc<sup>1,2</sup> | Vandilson Pinheiro Rodrigues DDS, MSc, PhD<sup>1,3</sup> | Jose Mauricio Paradella de Camargo DDS, MSc, PhD<sup>4</sup> | Marco Antonio Hungaro Duarte DDS, MSc, PhD<sup>5</sup>

<sup>1</sup>School of Dentistry and Oral Health, Griffith University, Gold Coast, Queensland, Australia

<sup>2</sup>Department of Dentistry, Pontifícia Universidade Católica, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brazil

<sup>3</sup>Dentistry Graduate Program, Federal University of Maranhão, São Luís, Maranhão, Brazil

<sup>4</sup>School of Professional Development, Campinas Association of Dental Surgeons, Campinas, São Paulo, Brazil

<sup>5</sup>Department of Operative Dentistry, Endodontics and Dental Materials, University of São Paulo, Bauri School of Dentistry, Bauri, São Paulo, Brazil

### Correspondence

Tiago Braga, DDS, School of Dentistry and Oral Health Griffith University, Corner Olsen Avenue & Parklands Drive, Gold Coast campus Southport, QLD 4215, Australia.  
Email: t.braga@griffith.edu.au

### Funding information

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, PROCAD, Grant/Award Number: 88881.257834/2019-01

### Abstract

**Objectives:** This study aimed to evaluate the impact of the use of magnification (2.5x dental loupes) for third-year dental students in simulated endodontics and fixed prosthodontics assessments compared to those using no magnification.

**Methods:** Upon institutional review board exemption, third-year dental students were assessed during endodontics and fixed prosthodontics exams in the simulation laboratory. The endodontic group (n = 93) consisted of students who made an endodontic access preparation on a plastic lower left first molar (Nissan). The prosthodontic group (n = 86) consisted of students who made porcelain fused to metal preparation (PFM) on a plastic lower right first molar mounted on an acrylic lower jaw model (Columbia Dentofom). The impact of the use of dental loupes was evaluated. Assessment of the tasks was undertaken by experts—calibrated, blinded examiners—using a standardized marking rubric for each task. The statistical analysis included Chi-square test, one-way ANOVA, and Logistic regression. The level of significance adopted was 5%.

**Results:** Students' preparations using magnification were better compared with those without magnification. Students using magnification had a significantly higher pass rate than those not using magnification in both endodontic and prosthodontic groups ( $P < 0.05$ ).

**Conclusions:** In conclusion, third-year dental students who used loupes in the endodontics and prosthodontics simulation laboratory had significantly higher scores at the assessments.

### KEYWORDS

dentistry, endodontics, fixed prosthodontics, magnifying dental loupes, simulation laboratory

## 1 | INTRODUCTION

Over recent decades, magnification devices such as dental loupes and microscopes have become an increasingly

important tool in dentistry. The use of optical magnification, associated with proper illumination is a safe and effective way to improve the outcome of difficult endodontic procedures.<sup>1,2</sup>

Adalberto Ramos Vieira, **Rodrigo Rodrigues Amaral**, Rafaela Reis da Silva, Daniel Fernandes Guião, Maria Isabel de Oliveira e Brito Villalobos, Maria Eugênia Alvarez- Leite, Frank Ferreira da Silveira, Maria Ilma de Souza Côrtes, Eduardo Nunes. Eficácia da barreira intracanal contra a infiltração microbiana em dentes preparados para pino intrarradicular. DENTAL PRESS ENDODONTICS, v.10. No 3, p.36-42, 2020.

## Qualis B4

artigo inédito

### Eficácia da barreira intracanal contra a infiltração microbiana em dentes preparados para pino intrarradicular

Adalberto Ramos **VIEIRA**<sup>1,2</sup>  
 Rodrigo Rodrigues **AMARAL**<sup>1,2</sup>  
 Rafaela Reis **DA-SILVA**<sup>1</sup>  
 Daniel Guião **FERNANDES**<sup>1</sup>  
 Maria Isabel da Oliveira e Brito **VILLALOBOS**<sup>1</sup>  
 Maria Eugênia **ALVAREZ-LEITE**<sup>1</sup>  
 Frank Ferreira **SILVEIRA**<sup>1</sup>  
 Maria Ilma de Souza **CÔRTEIS**<sup>1</sup>  
 Eduardo **NUNES**<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.14439/2358-2545.10.3.036-0442.ear>

#### RESUMO

**Introdução:** Pinos intrarradiculares são recomendados para melhorar a retenção de coroas artificiais e distribuir forças intrabucais ao longo da raiz. Se o espaço criado pela remoção parcial da obturação não for preenchido adequadamente, pode ocorrer uma infiltração maciça de microrganismos da cavidade bucal. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficácia contra a infiltração bacteriana de uma barreira intracanal colocada diretamente sobre o remanescente da obturação do canal radicular, após o preparo de espaço para o pino. **Métodos:** Setenta e dois dentes humanos unirradiculares foram instrumentados, obturados e divididos aleatoriamente em três grupos experimentais e dois grupos controle. O grupo 1 não recebeu tratamento adicional após a obturação e o preparo do espaço, enquanto os Grupos 2 e 3 receberam uma barreira composta por material de selamento

temporário com 1,0 e 2,0mm de espessura, respectivamente. Uma cultura de *Enterococcus faecalis* foi inoculada nos espaços preparados para receber o pino intrarradicular, a cada três dias, por um período de 60 dias. A infiltração foi avaliada diariamente pela turbidez do meio de cultura. **Resultados e Conclusão:** Houve infiltração bacteriana nos três grupos experimentais, sendo significativamente maior e ocorrendo mais rapidamente no G1 ( $p < 0,05$ ), em comparação aos G2 e G3. Houve infiltração em todos os grupos controles positivos; porém, nenhuma infiltração foi observada nos grupos controles negativos. Não foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o G2 e o G3, em relação à taxa e ao período de infiltração. Pode-se concluir que a barreira reduziu a incidência de infiltração e atrasou o tempo de ocorrência.

**Palavras-chave:** Pinos dentais. Endodontia. *Enterococcus faecalis*.

**Como citar:** Vieira AR, Amaral RR, da-Silva RL, Fernandes DG, Villalobos MICEI, Alvarez-Leite ME, Silveira FF, Côrtes MS, Nunes E. Efficacy of intracanal barrier against microbial infiltration in teeth prepared for intrarradicular post. Dental Press Endod. 2020 Sept-Dec;10(3):36-42.  
 DOI: <https://doi.org/10.14439/2358-2545.10.3.036-0442.ear>

\* Os autores declaram não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros, que representem conflito de interesse, nos produtos e companhias descritos nesse artigo.

Recebido: 17/06/2018. Aceito: 11/09/2019.

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Odontologia (Belo Horizonte/MG, Brasil).  
<sup>2</sup> Centro Universitário Newton Paiva, Odontologia (Belo Horizonte/MG, Brasil).

Endereço para correspondência: Eduardo Nunes  
 E-mail: edununes39@terra.com.br

Victor Couto Figueiredo, Maria Ilma de Souza Côrtes, Eduardo Nunes, **Rodrigo Rodrigues Amaral**. Tratamento endodôntico de segundo molar inferior com presença de canal mesiomediano: relato de caso. DENTAL PRESS ENDODONTICS, v.10. No 3, p.81-87, 2020.

Qualis B4

artigo inédito

## Tratamento endodôntico de segundo molar inferior com presença de canal mesiomediano: relato de caso

Victor Couto **FIGUEIREDO**<sup>1</sup>  
 Maria Ilma de Souza **CÔRTE**S<sup>1</sup>  
 Eduardo **NUNES**<sup>1</sup>  
 Rodrigo Rodrigues **AMARAL**<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.14436/2358-2545.10.3.081-087.car>

### RESUMO

**Introdução:** A identificação de possíveis variações anatômicas é decisiva para o correto diagnóstico e planejamento da terapia endodôntica. **Objetivo:** Relatar o tratamento endodôntico de um dente #37, no qual foi identificado um terceiro canal na raiz mesial (canal mesiomediano, CMM). **Caso clínico:** Dente #37 com diagnóstico de pulpite irreversível sintomática, foi encaminhado para realizar tratamento endodôntico. Durante o acesso coronário, e com auxílio de microscópio operatório (MO), foram identificadas trincas coronárias. Foi solicitada uma tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC), a partir da qual foi descartada a presença de trinca radicular. A TCFC possibilitou, também, identificar a presença de um terceiro canal na raiz mesial, localizado entre os canais mesiovestibular e mesiolingual. O tratamento endodôntico foi executado pelo sistema recíprocante

WaveOne GOLD. A solução irrigadora de escolha para o preparo químico-mecânico foi o hipoclorito de sódio a 5,25%. Imediatamente antes da obturação, os canais foram irrigados com EDTA a 17%, para auxiliar na remoção da *smear layer* e, em seguida, foi realizada nova irrigação com hipoclorito de sódio a 5,25%. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente e obturados pela técnica de onda contínua de condensação. **Resultados:** Os canais radiculares do dente #37 foram devidamente instrumentados e obturados. A paciente não apresentou qualquer sintomatologia pós-operatória, sendo encaminhada para a reabilitação protética final. **Conclusão:** A TCFC e o microscópio operatório foram decisivos para o correto planejamento do caso, tanto em relação à trinca observada quanto à detecção do canal mesiomediano.

**Palavras-chave:** Anatomia. Endodontia. Microscopia. Dente molar. Tomografia computadorizada de feixe cônico.

**Como citar:** Figueiredo VC, Côrtes MS, Nunes E, Amaral RR. Endodontic treatment of second mandibular molar with presence of middle mesial canal: case report. Dental Press Endod. 2020 Sept-Dec;10(3):81-7. DOI: <https://doi.org/10.14436/2358-2545.10.3.081-087.car>

Recebido: 28/02/2018. Aceito: 06/09/2019

<sup>1</sup> Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Odontologia (São João del-Rei/MG, Brasil)

\* Os autores declaram não ter interesses associativos, comerciais, de propriedade ou financeiros, que representem conflito de interesse, nos produtos e companhias descritos nesse artigo.

\* O(s) paciente(s) que aparece(m) no presente artigo autorizou(zaram) previamente a publicação de suas fotografias faciais e intrabuciais, radiografias ou outros exames imagiológicos e informações diagnósticas.

Endereço para correspondência: Maria Ilma de Souza Côrtes  
 E-mail: [marialmac@gmail.com](mailto:marialmac@gmail.com)

## Artigos aceitos para publicação:

### 1. The use of antimicrobial photodynamic therapy in the successful management of an invasive cervical resorption class 4: A case report with five years follow-up

Warley Luciano Fonseca Tavares<sup>a</sup>, Ricardo Reis Oliveira<sup>a</sup>, Marcus Vinícius Lucas Ferreira<sup>a</sup>, Antônio Paulino Ribeiro Sobrinho<sup>a</sup>, Tiago Braga<sup>b</sup>, **Rodrigo Rodrigues Amaral<sup>b,c\*</sup>**.

Date: Nov 25, 2020  
 To: "RODRIGO Rodrigues AMARAL" <r.rodriguesamaral@gmail.com>  
 From: "Photodiagnosis and Photodynamic Therapy" <pdpt@elsevier.com>  
 Subject: Decision on submission to Photodiagnosis and Photodynamic Therapy

Manuscript Number: PDDPT-D-20-00635R3

The use of antimicrobial photodynamic therapy in the successful management of an invasive cervical resorption class 4: A case report with five years follow-up

Dear Dr. AMARAL,

Thank you for submitting your manuscript to Photodiagnosis and Photodynamic Therapy.

I am pleased to inform you that your manuscript has been accepted for publication.

My comments, and any reviewer comments, are below.

Your accepted manuscript will now be transferred to our production department. We will create a proof which you will be asked to check, and you will also be asked to complete a number of online forms required for publication. If we need additional information from you during the production process, we will contact you directly.

We appreciate you submitting your manuscript to Photodiagnosis and Photodynamic Therapy and hope you will consider us again for future submissions.

Kind regards,

Ron Allison

Editor in Chief

Photodiagnosis and Photodynamic Therapy

## Qualis A2

### 2. Push out bond strength and marginal adaptation of apical plugs with bioactive endodontic cements in simulated immature teeth

Maria Aparecida Barbosa de Sá\*, Eduardo Nunes†, Alberto Nogueira da Gama Antunes†, Manoel Brito Júnior‡, Martinho Campolina Rebelo Horta†, **Rodrigo Rodrigues Amaral†**, Stephen Cohens§, Frank Ferreira Silveira†

**RDE**  
Restorative Dentistry & Endodontics

ONLINE MANUSCRIPT SUBMISSION

[Restorative Dentistry and Endodontics] Review result : 4th

Date sent :	October 22, 2020
Date Decided :	October 22, 2020
Manuscript ID :	RDE-20-241
Title :	Push out bond strength and marginal adaptation of apical plugs with bioactive endodontic cements in simulated immature teeth
Corresponding Author :	Frank Silveira
Review result :	Accept
Comments to Authors (Editorial Office) :	Dear author,

With pleasure, we would like to inform you that your manuscript has been accepted for publication in Restorative Dentistry and Endodontics.

## Qualis A3

## Resumos publicados em anais de eventos e apresentação de pesquisas

ANAIIS 10º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Endodontia

### Tecnologias utilizadas por alunos de graduação na endodontia em Minas Gerais - estudo piloto

*Rodrigo Rodrigues Amaral, Gabriela Da Costa Ferreira, Isabella Da Costa Ferreira,  
Nayara Jussara De Melo Assunção, Maria Ilma De Souza Côrtes (Centro Universitário Newton Paiva)*

dr.rodrigoamaral@gmail.com

O sucesso do tratamento endodôntico está diretamente relacionado com formatação, limpeza e obturação dos canais radiculares, com o objetivo de eliminar toda carga microbiana e conseqüentemente favorecer o processo biológico de cicatrização dos tecidos perirradiculares. Diversas tecnologias estão disponíveis em todas as etapas do tratamento endodôntico com a finalidade de minimizar erros ou iatrogenias, diminuir o tempo para execução do tratamento endodôntico e reduzir o tempo de exposição do paciente à radiação durante os exames radiográficos. O presente estudo teve como objetivo conhecer o nível de incorporação tecnológica dos cursos superiores de Odontologia no estado de Minas Gerais, utilizados especificamente na disciplina de endodontia por alunos de graduação. Projeto aprovado - CAAE: 79279917.1.0000.5097. Para a coleta de dados foi desenvolvido um questionário on-line, plataforma Formulários Google, autoaplicável, composto por 15 questões de múltipla escolha e algumas questões abertas. As perguntas estavam relacionadas com a utilização da tecnologia no diagnóstico, obtenção de imagens, instrumentação mecanizada, ultrassom, localizador apical de forame, microscopia, terapia fotodinâmica e técnicas termoplastificadas durante o tratamento endodôntico em todas as fases operatórias. O questionário foi encaminhado para 42 faculdades de Odontologia em Minas Gerais. Os resultados obtidos evidenciaram baixa incorporação tecnológica nas diversas etapas do tratamento endodôntico por alunos de graduação nos cursos de Odontologia em Minas Gerais apesar de todo desenvolvimento tecnológico disponível na endodontia.

## AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA REDUÇÃO BACTERIANA COM RECIPROC BLUE, XP-ENDO SHAPER E FINISHER: ESTUDO CLÍNICO

RODRIGO RODRIGUES AMARAL, ANNA GABRIELLA GUIMARÃES OLIVEIRA, TIAGO BRAGA, PETER REHER, PEDRO GONÇALVES FERREIRA, MARIA ILMA DE SOUZA CÔRTEZ

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS

dr.rodrigoamaral@gmail.com

### RESUMO:

Objetivo: O presente estudo clínico randomizado avaliou a eficácia dos instrumentos Reciproc Blue (RB), XP-endo Shaper (XP-S) e XP-endo Finisher (XP-F) associado à XP-S na redução bacteriana em canais radiculares de formato oval, com necrose pulpar e periodontite apical primária, por meio avaliação quantitativa através de PCR em tempo real. Material e Método: Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, CAAE 97131918.7.0000.5137. Um total de 28 dentes unirradiculares e com canal único foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo 1, RB (n = 14) e grupo 2, XP-endo (XP-S e XP-F, n = 14). O preparo químico-mecânico utilizou como irrigantes hipoclorito de sódio 5,25% e EDTA 17%. Amostras microbiológicas foram coletadas com pontas de papel absorvente estéreis antes da instrumentação (S1), após o preparo químico-mecânico (S2) e após a instrumentação com XP-F (S3). Amostras de controle de esterilidade, controle negativo, foram retirados do ângulo cavo-superficial do acesso da cavidade, esfregando-se 03 pontas de papel estéreis. Os extratos de DNA foram submetidos para análise de contagem bacteriana total por reação em cadeia da polimerase em tempo real. Os dados foram analisados pelo teste ANOVA, e o nível de significância foi estabelecido em 5%. Resultados: A contagem bacteriana reduziu substancialmente após os procedimentos do tratamento (P

Palavras-chave: Endodontia, Microbiologia, Periodontite Periapical.

Anais do 28º Seminário de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação, com o tema "Inteligência Artificial: A tecnologia que inova a Ciência Brasileira", realizado no dia 28/10/2020.

**AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DA CARGA MICROBIANA POR MEIO DE PCR EM TEMPO REAL COM O USO DO INSTRUMENTO XP-ENDO FINISHER COMO O PROTOCOLO FINAL DE IRRIGAÇÃO EM CANAIS RADICULARES INFECTADOS DE FORMATO OVAL: ESTUDO CLÍNICO**

*Pedro Henrique Gonçalves Ferreira - pedro.goncalvesferreira@hotmail.com*

*Márcia Almeida Lana - marcia.almeida.lana@gmail.com*

Orientador: Dr. Maria Ilma de Souza Côrtes - mariailmac@gmail.com

Co-Orientador: Ms. Rodrigo Rodrigues Amaral - dr.rodrigoamaral@gmail.com

Pontifícia Universidade Católica Universidade de Minas Gerais – Coração Eucarístico

Este estudo clínico randomizado avaliou o uso do instrumento XP-Endo Finisher (XP-F) como o protocolo final de irrigação em canais radiculares de formato oval com periodontite apical primária. Um total de 24 dentes unirradiculares com canal único foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo 1 ReciprocBlue (RB) n=12 e grupo 2 XP-Endo (XP-Shaper/XP-F) n=12. A instrumentação dos dentes foi realizada de acordo com as recomendações do fabricante. Para o preparo químico-mecânico utilizou-se como irrigantes hipoclorito de sódio 5,25% e EDTA 17%, realizada a irrigação com agulhas NaviTip 30G até 2mm aquém do Comprimento de Trabalho. Amostras microbiológicas foram coletadas com pontas de papel absorvente estéreis antes da instrumentação(S1), após o preparo químico-mecânico(S2) e após a instrumentação com XP-F(S3). Os extratos de DNA foram submetidos para análise do declínio nos níveis totais de contagem bacteriana total por reação em cadeia da polimerase em tempo real. Os dados foram analisados pelo teste ANOVA e o nível de significância foi estabelecido em 5%. Resultados das amostras foram positivos quanto à presença bacteriana em S1. A contagem bacteriana reduziu substancialmente após os procedimentos do tratamento ( $P<0,01$ ). Os resultados não mostraram diferença estatística entre a instrumentação com RB e XP-S em relação à redução bacteriana ( $P>0,05$ ). Uma redução bacteriana acentuada foi observada após o uso de XP-F ( $P<0,01$ ). Os sistemas XP-S e RB reduziram acentuadamente a carga bacteriana em canais radiculares de formato oval com periodontite apical primária. O instrumento XP-F usado como suplementar ao preparo químico-mecânico para agitar a solução irrigadora promoveu uma redução bacteriana significativamente maior.

**Área do Conhecimento:** Ciências da Saúde

**Palavras-Chave:** "Redução bacteriana, Reação em cadeia da polimerase em tempo real, Irrigação de Canais Radiculares, Tratamento Endodôntico"

**Financiamento:** FIP

**Anais da 37ª Reunião Anual da SBPqO, 2020****PIO209****Avaliação quantitativa da redução bacteriana com Reciproc Blue, XP-endo Shaper e Finisher em canais de formato oval: estudo *in vivo***

Ferreira PHG\*, Oliveira AGG, Farias LM, Magalhães PP, Reher P, Braga T, Cortes MIS, Amaral RR  
Odontologia | Graduação - PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS.

Não há conflito de interesse

Este estudo clínico randomizado *in vivo* avaliou a eficácia dos instrumentos Reciproc Blue (RB), XP-endo Shaper (XP-S) e XP-endo Finisher (XP-F) associado à XP-S na redução bacteriana em canais radiculares de formato oval com necrose pulpar e periodontite apical primária. Um total de 28 dentes unirradiculares e com canal único foram divididos aleatoriamente em dois grupos: grupo 1, RB (n = 14) e grupo 2, XP-endo (XP-S e XP-F, n = 14). O preparo químico-mecânico utilizou como irrigantes hipoclorito de sódio 5,25% e EDTA 17%. Amostras microbiológicas foram coletadas com pontas de papel absorvente estéreis antes da instrumentação (S1), após o preparo químico-mecânico (S2) e após a instrumentação com XP-F (S3). Os extratos de DNA foram submetidos para análise de contagem bacteriana total por reação em cadeia da polimerase em tempo real. Os dados foram analisados pelo teste ANOVA, e o nível de significância foi estabelecido em 5%. Resultados das amostras foram positivos quanto à presença bacteriana em S1. A contagem bacteriana reduziu substancialmente após os procedimentos do tratamento ( $P < 0,01$ ). Os resultados não mostraram diferença estatística entre a instrumentação com RB e XP-S em relação à redução bacteriana ( $P > 0,05$ ). Uma redução bacteriana acentuada foi observada após o uso de XP-F ( $P < 0,01$ ).

*Os sistemas XP-S e RB reduziram acentuadamente a carga bacteriana em canais radiculares de formato oval com periodontite apical primária. O instrumento XP-F, usado como suplementar ao preparo químico-mecânico, promoveu uma redução bacteriana significativamente maior.*

(Apoio: Fundo de Incentivo à Pesquisa PUC Minas - FIP PUC Minas N° 22.474/1º.2019 | CAPES N° 001)

### Apresentação de pesquisa em eventos científicos

#### **TECNOLOGIAS UTILIZADAS POR ALUNOS DE GRADUAÇÃO NA ENDODONTIA EM MINAS GERAIS – ESTUDO PILOTO.** Isabella da Costa Ferreira; Gabriela da Costa Ferreira;

Nayara Jussara de Melo Assunção; Maria Ilma Souza Côrtes; **Rodrigo Rodrigues Amaral.**

Apresentado No Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Endodontia- SBENDO, em Gramado-RS, no período de 26 a 29 de Setembro de 2018



**ESTUDO PILOTO SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NA ENDODONTIA NOS CURSOS DE ODONTOLOGIA EM MINAS GERAIS.** Isabella da Costa Ferreira; Gabriela da Costa Ferreira; Nayara Jussara de Melo Assunção; Maria Ilma Souza Côrtes; **Rodrigo Rodrigues Amaral.** Apresentado no XIV Encontro Científico da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, no período de 07 a 09 de novembro de 2018.



XIV ENCONTRO CIENTÍFICO DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS



### CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO

Certificamos que o trabalho intitulado "ESTUDO PILOTO SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS NA ENDODONTIA NOS CURSOS DE ODONTOLOGIA EM MINAS GERAIS" de autoria de Isabella da Costa FERREIRA\*, Gabriela da Costa FERREIRA, Nayara Jussara de Melo ASSUNÇÃO, Maria Ilma CÔRTEES, Rodrigo Rodrigues AMARAL, foi apresentado no XIV Encontro Científico da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, no período de 07 a 09 de novembro de 2018.

Belo Horizonte, 09 de novembro de 2018.

Prof. Isabela Almeida Poedens  
Coordenadora do Colegiado de Pós-Graduação  
da Faculdade de Odontologia

Prof. Vera Lucia Silva Resende  
Coordenadora do XIV Encontro Científico  
da Faculdade de Odontologia UFMG

Prof. Cristiane Baccin Bendo Neves  
Coordenadora do XIV Encontro Científico  
da Faculdade de Odontologia UFMG

**PLANEJAMENTO VIRTUAL 3D E ACESSO ENDODÔNTICO GUIADO: RELATO DE CASO.** Rodrigo Rodrigues Amaral, Victor Couto Figueiredo, Maria Ilma de Souza Gruppioni Côrtes, Alessandra Rosa de Sá. Apresentado como painel científico durante a 21ª Jornada Odontológica e o 9º Encontro de Pesquisa do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, realizado de 25 a 28 de setembro de 2019, em Belo Horizonte.



## CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho **PLANEJAMENTO VIRTUAL 3D E ACESSO ENDODÔNTICO GUIADO: RELATO DE CASO** dos autores Rodrigo Rodrigues Amaral, Victor Couto Figueiredo, Maria Ilma de Souza Gruppioni Côrtes, Alessandra Rosa de Sá, foi apresentado como painel científico durante a 21ª Jornada Odontológica e o 9º Encontro de Pesquisa do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, realizado de 25 a 28 de setembro de 2019, em Belo Horizonte.

  
Profª Ana Maria Alves da Fonseca  
Presidente da 21ª Jornada Odontológica  
da PUC Minas

  
Profª Giovanna Ribeiro Souto  
Presidente do 9º Encontro de Pesquisa  
da PUC Minas

  
Ac. Giovanni Lopes Latta  
Realizador da 21ª Jornada  
Odontológica da PUC Minas

  
Dr. Pedro Henrique Gonçalves Ferreira  
Realizador do 9º Encontro de Pesquisa  
da PUC Minas

  
Dr. Virginia Braga de Sá  
Realizadora do 9º Encontro de Pesquisa  
da PUC Minas



**USO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO E PLANO DE TRATAMENTO DE DENTE COM NECROSE PULPAR ASSOCIADA À REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA: RELATO DE CASO.** Tomaz Gonçalves Martins Neto; Victor Couto Figueiredo; Pedro Henrique Gonçalves Ferreira; **Rodrigo Rodrigues Amaral**; Nelson Ferreira De Figueiredo; Maria Ilma De Souza Côrtes. Apresentado como painel científico durante a 21ª Jornada Odontológica e o 9º Encontro de Pesquisa do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, realizado de 25 a 28 de setembro de 2019, em Belo Horizonte.



## CERTIFICADO

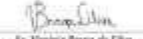
Certificamos que o trabalho **USO DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA NO DIAGNÓSTICO E PLANO DE TRATAMENTO DE DENTE COM NECROSE PULPAR ASSOCIADA À REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA: RELATO DE CASO** dos autores Tomaz Gonçalves Martins Neto, Victor Couto Figueiredo, Pedro Henrique Gonçalves Ferreira, Rodrigo Rodrigues Amaral, Nelson Ferreira De Figueiredo, Maria Ilma De Souza Côrtes, foi apresentado como painel científico durante a 21ª Jornada Odontológica e o 9º Encontro de Pesquisa do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, realizado de 25 a 28 de setembro de 2019, em Belo Horizonte.

  
Prof.ª Ana Maria Alves da Fonseca  
Presidente da 21ª Jornada Odontológica  
da PUC Minas

  
Prof.ª Giovanna Elisete Souto  
Presidente do 9º Encontro de Pesquisa  
da PUC Minas

  
Dr. Giovanni Lopes Lorenz  
Presidente do Departamento de Odontologia  
da PUC Minas

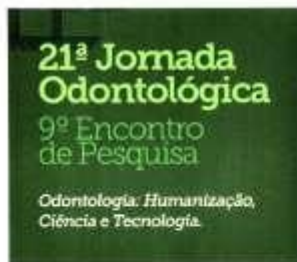
  
Dr. Pedro Henrique Gonçalves Ferreira  
Presidente Científico da 21ª Jornada  
Odontológica da PUC Minas

  
Dr. Virginia Braga de Silva  
Presidente Científica da 21ª Jornada  
Odontológica da PUC Minas



**SUCESSO DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO APÓS USO DA TERAPIA FOTODINÂMICA E OBTURAÇÃO COM CIMENTO BIOCERÂMICO: RELATO DE CASO.**

Ana Carolina Tocafundo Thompson; Maria Ilma de Souza Côrtes; Victor Couto Figueiredo; Pedro Henrique Gonçalves Ferreira; José Gustavo Gariff Garcia; **Rodrigo Rodrigues Amaral**. Apresentado como painel científico durante a 21ª Jornada Odontológica e o 9º Encontro de Pesquisa do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, realizado de 25 a 28 de setembro de 2019, em Belo Horizonte. Recebeu **MENÇÃO HONROSA**



**CERTIFICADO**

Certificamos que o trabalho **SUCESSO DO TRATAMENTO ENDODÔNTICO APÓS USO DA TERAPIA FOTODINÂMICA E OBTURAÇÃO COM CIMENTO BIOCERÂMICO: RELATO DE CASO** dos autores Ana Carolina Tocafundo Thompson, Maria Ilma de Souza Côrtes, Victor Couto Figueiredo, Pedro Henrique Gonçalves Ferreira, José Gustavo Gariff Garcia, Rodrigo Rodrigues Amaral, recebeu **MENÇÃO HONROSA** durante a 21ª Jornada Odontológica e o 9º Encontro de Pesquisa do Departamento de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, realizado de 25 a 28 de setembro de 2019, em Belo Horizonte.

*Ana Maria*  
Profª Ana Maria Alves de Faria  
Presidente da 21ª Jornada Odontológica  
de PUC Minas

*Guilherme Ribeiro Sousa*  
Profª Guilherme Ribeiro Sousa  
Presidente do 9º Encontro de Pesquisa  
de PUC Minas

*Victor Couto Figueiredo*  
Ac. Victor Couto Figueiredo  
Presidente do Departamento de Odontologia  
de PUC Minas

*Pedro Henrique Gonçalves Ferreira*  
Ac. Pedro Henrique Gonçalves Ferreira  
Presidente do Departamento de Odontologia  
de PUC Minas

*Virginia Braga da Silva*  
Ac. Virginia Braga da Silva  
Presidente do Departamento de Odontologia  
de PUC Minas



**RESTAURAÇÃO TRANS-CIRÚRGICA DE REABSORÇÃO RADICULAR EXTERNA ASSOCIADO A TRATAMENTO ENDODÔNTICO RADICAL: RELATO DE CASO.** Pedro Henrique Gonçalves Ferreira; Victor Couto Figueiredo; **Rodrigo Rodrigues Amaral**; Tomaz Gonçalves Martins Neto; Nelson Ferreira Figueiredo; Maria Ilma de Souza Côrtes. Apresentado como painel científico durante I Encontro Científico de Odontologia da Faculdade Arnaldo, realizado em 13 de Junho de 2019 em Belo Horizonte.



**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA REDUÇÃO BACTERIANA COM RECIPROC BLUE, XP-ENDO SHAPER E FINISHER EM CANAIS DE FORMATO OVAL: ESTUDO IN VIVO.**

Pedro Henrique Gonçalves Ferreira; Anna Gabriella Guimarães Oliveira, Luiz Macedo Farias, Paula Prazeres Magalhães, Peter Reher, Tiago Braga; Maria Ilma de Souza Côrtes; Rodrigo Rodrigues Amaral. Apresentado na 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica no período de 09 a 12 de Setembro de 2020.



Certificamos que o trabalho **PI0209 - AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA REDUÇÃO BACTERIANA COM RECIPROC BLUE, XP-ENDO SHAPER E FINISHER EM CANAIS DE FORMATO OVAL: ESTUDO *IN VIVO*** de Ferreira PHG\*, Oliveira AGG, Farias LM, Magalhães PP, Reher P, Braga T, Cortes MIS, Amaral RR foi apresentado

na 37ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica no período de 09 a 12 de Setembro de 2020

  
Isabela Almeida Pordeus  
Presidente

  
Paulo Francisco César  
Vice-Presidente

**AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA REDUÇÃO BACTERIANA COM RECIPROC BLUE, XP-ENDO SHAPER E FINISHER: ESTUDO CLÍNICO. Rodrigo Rodrigues Amaral; Anna Gabriella Guimarães Oliveira; Tiago Braga; Peter Reher; Pedro Gonçalves Ferreira; Maria Ilma de Souza Côrtes.** Trabalho apresentado na 12º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Endodontia - SBENDO, realizado no período de 15/10/2020 à 17/10/2020.



## Produtos Técnicos

1. **Amaral, R. R.**; Figueiredo, V.C.; MARTINS NETO, T. G.; FERREIRA, P. H. G.; cortes, M.I. S. **Aspiração e Irrigação ativada por ultrassom em Endodontia**, 2019. Gotas do Conhecimento-Puc Minas.  
<https://www.youtube.com/watch?v=9uEZESx69D4>
2. **Amaral, R. R.**; Figueiredo, V.C.; MARTINS NETO, T. G.; FERREIRA, P. H. G.; Cortes M.I.S **Fratura radicular oblíqua**, 2019. Gotas do Conhecimento - PUC Minas.  
<https://www.youtube.com/watch?v=DUnyNB4LLeg>
3. **Amaral, R.R.**; Figueiredo, V.C.; MARTINS NETO, T. G.; FERREIRA, P. H. G.; CORTES, M. I. S. **Photodynamic Therapy**, 2019. Gotas do Conhecimento - PUC Minas.  
<https://www.youtube.com/watch?v=rIYteffIA5I>
4. **Amaral, R. R.**; Figueiredo, V.C.; MARTINS NETO, T. G.; FERREIRA, P. H. G.; CORTES, M. I. S. **Remoção de pino metálico pré-fabricado**, 2019. Gotas do Conhecimento - PUC Minas.  
[https://www.youtube.com/watch?v=xv-rTt\\_dIB8&t=18s](https://www.youtube.com/watch?v=xv-rTt_dIB8&t=18s)
5. Thompson, A.C.T; **Amaral, R. R.**; FERREIRA, P. H. G.; Figueiredo, V.C.; Braga, T.; CÔRTEES, M. I. S. **XP-Endo Shaper®: Adaptar à morfologia do canal, limpar mais desgastando menos**, 2020. Gotas do Conhecimento - PUC Minas.  
<https://www.youtube.com/watch?v=NsDgMTOidyI&feature=youtu.be>
6. Thompson, A.C.T; **Amaral, R. R.**; Figueiredo, V.C.; FERREIRA, P. H. G.; Braga, T.; CÔRTEES, M. I. S. **XP-Endo Finisher®: Limpeza final do sistema de canais radiculares preservando dentina**, 2020. Gotas do Conhecimento - PUC Minas.  
<https://www.youtube.com/watch?v=rr37g62sQrw&feature=youtu.be>
7. Póvoa, S.A ; Pádua, R.B; Vieira, J.C; Oliveira,F.B; **Amaral,R.R**; Côrtes,M.I.S; Grossmann, S.M.C. **Terapia Fotodinâmica Antimicrobiana**. Gotas do Conhecimento-PUC Minas  
<https://www.youtu.be/BHquVKYm4Wg>
8. **Amaral, R. R.**, CORTES, M. I. S., AMARAL T.G. **Aplicativo para randomização- RandomIZE**, 2020. Disponível em:  
<https://apps.apple.com/au/app/randomize-randomization-tool/id1490735869>  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.thiagoamaral.randomIZE&hl=en>
9. **AmaraL, R R**, CORTES, M. I. S. **PODCAST – 2019. Boca a Boca - PUC Minas Como prevenir o trauma dental**  
<https://soundcloud.com/user-458494525/como-prevenir-os-traumatismos-dentarios>

## 10. Registro de programa de computador.

Instituto Nacional da Propriedade Intelectual

Processo NºBR5120200011843-

AMARAL T.G.; Amaral, R. R., CORTES, M. I. S.






REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
 MINISTÉRIO DA ECONOMIA  
 INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL  
 DIRETORIA DE PATENTES, PROGRAMAS DE COMPUTADOR E TOPOGRAFIAS DE CIRCUITOS INTEGRADOS

**Certificado de Registro de Programa de Computador**

Processo Nº: **BR5120200011843-2**

O Instituto Nacional da Propriedade Industrial expediu o presente certificado de registro de programa de computador, válido por 30 anos a partir de 1º de janeiro subsequente à data de 15/07/2019, em conformidade com o §2º, art. 2º da Lei 9.506, de 19 de Fevereiro de 1996.

Título: randomize

Data de publicação: 15/07/2019

Data de criação: 25/03/2019

Titular(es): SOCIEDADE MINEIRA DE CULTURA

Autor(es): THIAGO GUERINO AMARAL; RODRIGO RODRIGUES AMARAL; MARIA LIMA DE SOUZA DRUPIONI CORTES

Linguagem: JAVA SCRIPT

Campo de aplicação: ED-01, ED-05, MT-06

Tipo de programa: AP-01

Algoritmo hash: SHA-512

Resumo digital hash:  
 03c205c0415e0a138e6d47ecf56ed0ba45014e38c2e41a287157056176e0000c8e809d0181e6e90a0b0c  
 a77092ac9467831271610f6e230

Expedido em: 15/07/2019



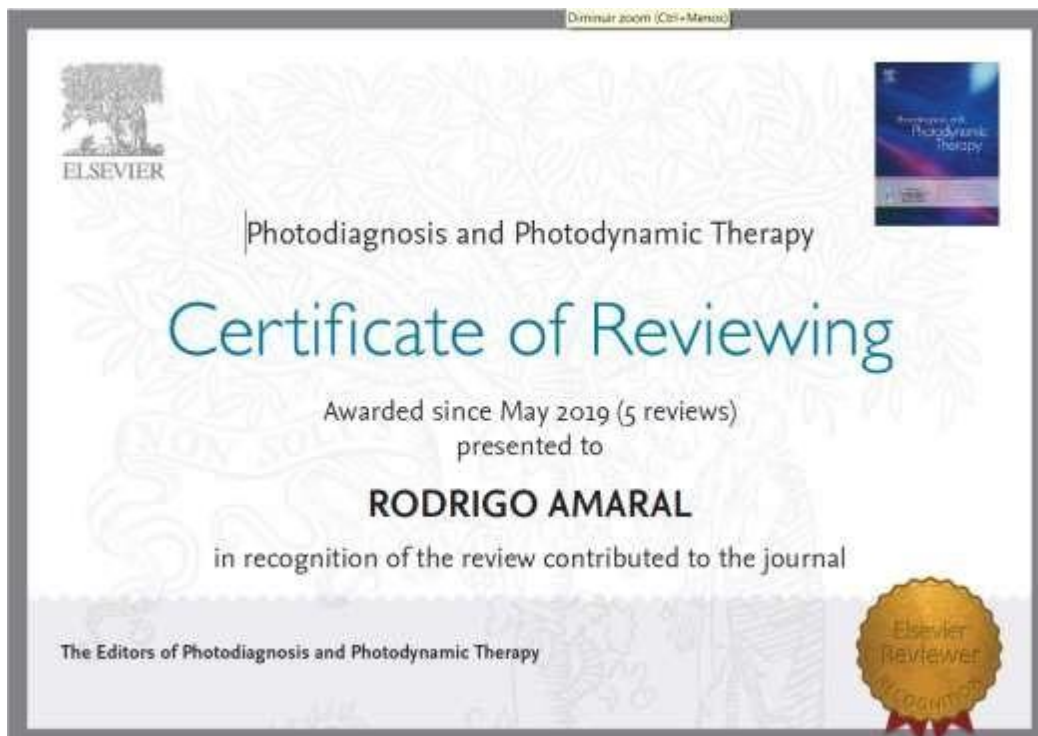
Aprovado por:  
 Helmar Alvarez  
 Chefe da DIFPD - Portaria/INPI/DIRPA Nº 04, de 01 de julho de 2019.

## Outras participações e produção técnica


- **Avaliador painel científico**



- **Revisor de Periódico**




**Postgraduate course: Teaching for Learning in Advance Higher Education**



# Teaching for Learning - Understanding Learning

ISSUED TO

Rodrigo Amaral




Issued on: 28 FEB 2020 | Expires on: 01 APR 2025 | Issued by: Griffith University  
Verify: <https://www.youracclaim.com/go/GYHHmGo>



# Teaching for Learning - Teaching Using Active Learning

ISSUED TO

Rodrigo Amaral



Issued on: 10 SEP 2020 | Expires on: 01 APR 2025 | Issued by: Griffith University  
Verify: <https://www.youracclaim.com/go/rEBEQOQp>



# Teaching for Learning - Designing for Learning

ISSUED TO

Rodrigo Amaral



Issued on: 13 AUG 2020 | Expires on: 01 APR 2025 | Issued by: Griffith University  
Verify: <https://www.youracclaim.com/go/BYYm8uc>



# Teaching for Learning – Using Assessment for Learning

ISSUED TO

Rodrigo Amaral



Issued on: 01 OCT 2020 | Expires on: 01 APR 2025 | Issued by: Griffith University  
Verify: <https://www.youracclaim.com/go/OkF30ZN2>



# Teaching for Learning – Evaluating Teaching

ISSUED TO

Rodrigo Amaral



Issued on: 22 OCT 2020 | Expires on: 01 APR 2025 | Issued by: Griffith University  
Verify: <https://www.youracclaim.com/go/wb4HP9D4>



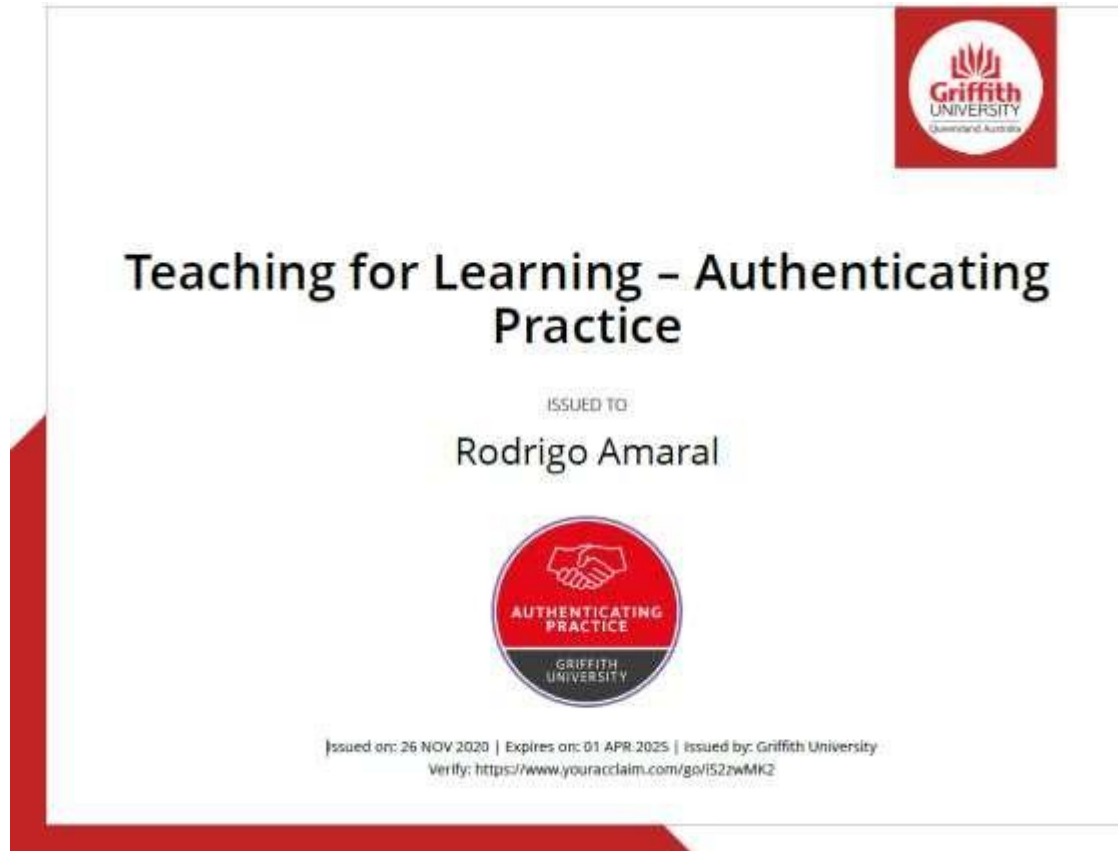
# Teaching for Learning – Developing a Learning and Teaching Philosophy

ISSUED TO

Rodrigo Amaral



Issued on: 22 OCT 2020 | Expires on: 01 APR 2025 | Issued by: Griffith University  
Verify: <https://www.youracclaim.com/go/1Q8BGDS>



Successful completion of the seven (7) badges in the Teaching for Learning qualifies candidates for Associate Fellow, HEA and for credit into 7031LFC University Teaching for Learning, a core course in the Graduate Certificate in University Learning and Teaching.

This means you are eligible for recognition as an **Associate Fellow**, HEA, and for credit into the Graduate Certificate in University Learning and Teaching.