



**CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES
CURSO DE ODONTOLOGIA**

**COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CORTE E REMOÇÃO DE SMEAR LAYER
DE INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

**Danielly Kássia Silva Jacinto
Isabella Cardoso Fagundes dos Santos**

Orientador: Profa. Dra. Márcia Luz Marques

Trindade-GO

2024

CENTRO UNIVERSITÁRIO GOYAZES – UNIGOYAZES
CURSO DE ODONTOLOGIA

**COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CORTE E REMOÇÃO DE SMEAR LAYER
DE INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS ROTATÓRIOS E RECIPROCANTES:
UMA REVISÃO LITERÁRIA**

Danielly Kássia Silva Jacinto
Isabella Cardoso Fagundes dos Santos

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Centro Universitário
Goyazes – UniGoyazes como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel
em Odontologia.**

Orientador: Profa. Dra. Márcia Luz Marques

Trindade - GO
2024

Danielly Kássia Silva Jacinto
Isabella Cardoso Fagundes dos Santos

**COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CORTE E REMOÇÃO DE SMEAR LAYER
DE INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS ROTATÓRIOS E RECÍPROCANTES:
UMA REVISÃO LITERÁRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Centro Universitário Goyazes –
UniGoyazes como requisito parcial à
obtenção do título de Bacharel em
Odontologia, aprovada pela seguinte banca
examinadora:

Profa. Dra Márcia Luz Marques

Centro Universitário Goyazes

Prof. MSc Marcos Vinícius Silvério Moraes

Centro Universitário Goyazes

Esp Fernanda Gabriela da Silva Lima

Cirurgião-Dentista

Trindade - GO

04/12/2024

COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE CORTE E REMOÇÃO DE SMEAR LAYER DE INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS ROTATÓRIOS E RECIPROCANTES: UMA REVISÃO LITERÁRIA

(Danielly Kássia Silva Jacinto)¹; (Isabella Cardoso Fagundes dos Santos)¹; (Márcia Luz Marques)²

RESUMO

INTRODUÇÃO: A endodontia é uma especialidade odontológica que trata dos tecidos pulpare e dos tecidos periapicais dos dentes. A descontaminação é um dos desafios mais críticos da endodontia, pois é essencial para o sucesso do tratamento. Os movimentos mecânicos são essenciais para a descontaminação efetiva do canal radicular, pois ajudam a limpar as paredes do canal e a remover o tecido pulpar e as bactérias presentes no interior do canal. **OBJETIVOS:** Avaliar a eficiência de corte, limpeza e remoção de smear layer das limas mecanizadas rotatórias e reciprocantes em dentes permanentes. **METODOLOGIA:** Trata-se de uma revisão literária sobre Comparação da Eficiência de Corte e Remoção de Smear Layer de Instrumentos Endodônticos Rotatórios e Reciprocantes, reunindo informações atuais e relevantes sobre o tema, a fim de apresentar condutas terapêuticas que otimizam o tratamento endodôntico e evitar possíveis iatrogenias, tudo baseado através de informações relevantes e bem selecionados de artigos científicos. **RESULTADOS:** A escolha entre os instrumentos rotatórios e reciprocantes pode ser baseada em critérios adicionais, como conforto de uso e custo, uma vez que a eficácia de desempenho não apresentou variações relevantes. **CONCLUSÃO:** Concluiu-se através deste estudo que comparou a eficácia do corte e remoção de smear layer usando vários instrumentos endodônticos rotativos e reciprocantes, que todos os instrumentos avaliados entregam resultados semelhantes em termos de eficiência de corte e remoção de smear layer.

PALAVRAS-CHAVE: Descontaminação, Eficiência de corte, Instrumentos Rotatórios, Remoção de Smear Layer.

COMPARISON OF CUTTING EFFICIENCY AND SMEAR LAYER REMOVAL OF ROTATORY AND RECIPROCATING ENDODONTIC INSTRUMENTS: A LITERARY REVIEW

ABSTRACT

INTRODUCTION: Endodontics is a dental specialty that deals with the pulp tissues and the periapical tissues of the teeth. Decontamination is one of the most critical challenges in endodontics, as it is essential for the success of the treatment. Mechanical movements are crucial for effective root canal decontamination, as they help clean the canal walls and remove pulp tissue and bacteria present inside the canal. **OBJECTIVES:** To evaluate the cutting efficiency, cleaning, and smear layer removal of rotary and reciprocating mechanized files in permanent teeth. **METHODOLOGY:** This is a literature review on the "Comparison of Cutting Efficiency and Smear Layer Removal of Rotary and Reciprocating Endodontic Instruments," gathering current and relevant information on the subject to present therapeutic approaches that optimize endodontic treatment and prevent potential iatrogenesis, based on well-selected and relevant scientific articles. **RESULTS:** The choice between rotary and reciprocating instruments can be based on additional criteria such as user comfort and cost, as performance efficacy did not show significant variations. **CONCLUSION:** This study concluded that, when comparing the efficacy of cutting and Smear Layer removal using various rotary and reciprocating endodontic instruments, all evaluated instruments delivered similar results in terms of cutting efficiency and smear layer removal.

KEYWORDS: Decontamination, Cutting Efficiency, Rotary Instruments, Smear Layer Removal.

¹Danielly Kásia Silva Jacinto Acadêmico do Curso de Odontologia do Centro Universitário Goyazes – UniGoyazes.

¹Isabella Cardoso Fagundes dos Santos Acadêmico do Curso de Odontologia do Centro Universitário Goyazes – UniGoyazes.

²Orientador: Profa. Dra. Márcia Luz Marques, do Centro Universitário Goyazes – UniGoyazes.

INTRODUÇÃO

A endodontia é uma especialidade odontológica que trata dos tecidos pulpares e dos tecidos periapicais dos dentes. A polpa dental é a parte interna do dente que contém os nervos e os vasos sanguíneos, enquanto os tecidos periapicais são os tecidos que rodeiam a raiz do dente. O tratamento mais comum realizado pelo endodontista é o tratamento de canal, que consiste na remoção do tecido pulpar inflamado ou infectado do interior do dente, limpeza dos canais radiculares e preenchimento com um material obturador. O objetivo é eliminar a dor e a infecção, além de preservar o dente afetado. Por fim, é importante destacar que a endodontia é uma especialidade crucial para a saúde bucal, pois permite a preservação dos dentes e evita a perda dentária. (American Association of Endodontists. "What is an Endodontist?")

A descontaminação é um dos desafios mais críticos da endodontia, pois é essencial para o sucesso do tratamento. O objetivo da descontaminação é remover ou reduzir o número de microrganismos presentes dentro do canal radicular, que são a causa da inflamação ou infecção pulpar. Um dos principais desafios na descontaminação é a complexidade da anatomia dos canais radiculares. A forma e o tamanho dos canais podem variar amplamente de um dente para outro, tornando difícil acessá-los completamente e remover todos os microrganismos presentes. (Kishen A. 2006)

Figura 1: Imagem tridimensional da anatomia do sistema de canal obtida por tomografia computadorizada, mostrando a complexidade dos canais radiculares

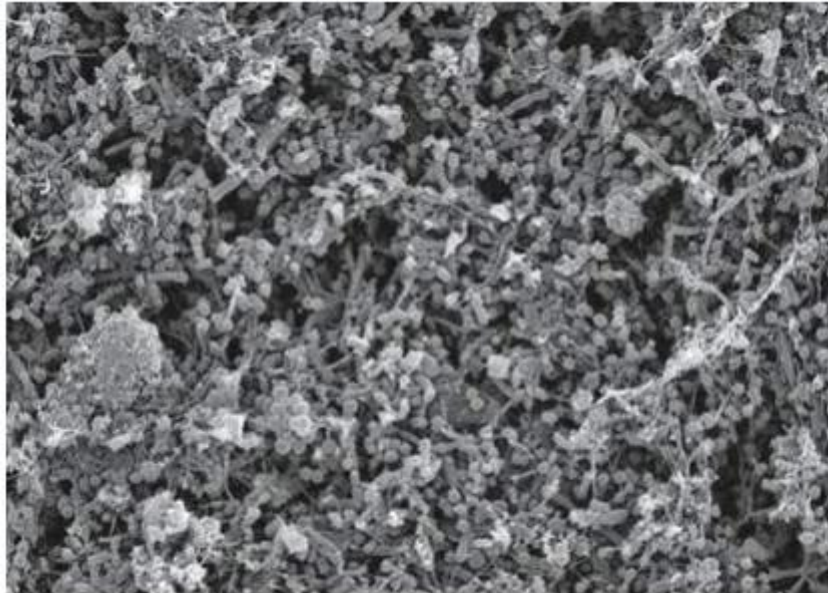


Fonte: (Sousa Neto et al., 2018)

O biofilme é uma comunidade de milhares de microrganismos que se juntam de maneira organizada a superfícies, formando uma camada protetora composta por diversas substâncias que eles mesmos produzem. Quando observadas através da microscopia eletrônica de varredura, é possível observar a organização de arranjos

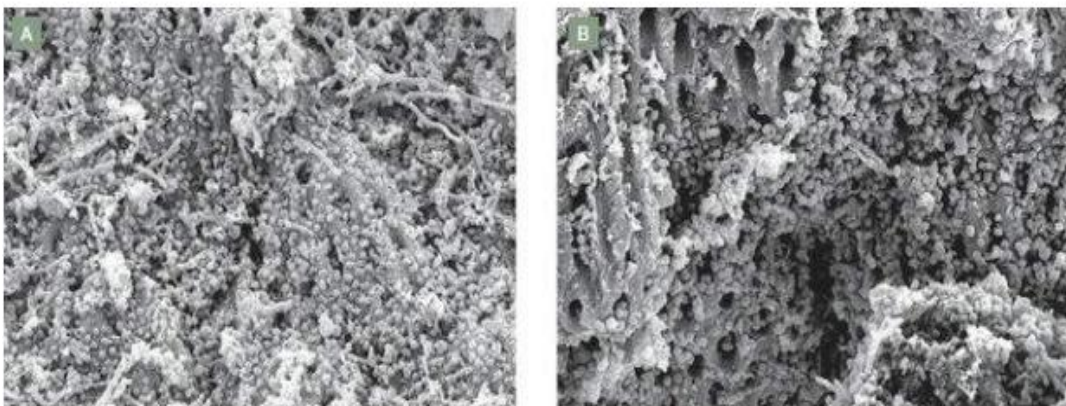
complexos. (SIQUEIRA et al., 2015)

Figura 2: Biofilme observado por microscopia eletrônica de varredura



Fonte: (SIQUEIRA et al., 2015)

Figura 3: Padrão bacteriano de colonização no interior do canal radicular visto por microscopia eletrônica de varredura. **A:** Bactérias em formas variadas – Cocos, Bacilos e Espirilos. **B:** Bactérias aderidas ao canal radicular, com predomínio de Cocos.



Fonte: (SIQUEIRA et al., 2015)

Outro desafio é a capacidade limitada dos materiais e técnicas utilizados para descontaminar os canais radiculares. Alguns materiais utilizados no tratamento de

canal, como o hidróxido de cálcio, têm propriedades antimicrobianas, mas não são eficazes contra todos os tipos de microrganismos. Além disso, a eficácia dos materiais e técnicas de descontaminação pode ser afetada pela presença de fatores como calcificações, curvaturas acentuadas dos canais e reinfecções. Outrossim, existe uma limitação enorme com as limas manuais para modelagem e limpeza de todas as paredes com dentina contaminada. (Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. 2009.)

As bactérias que são capazes de sobreviver e resistir em ambientes de tratamento endodôntico, especialmente nos canais laterais, possuem características distintas em relação à necessidade de oxigênio. Muitas dessas bactérias são anaeróbias, o que significa que são capazes de crescer e sobreviver em ambientes sem oxigênio, como os canais radiculares infectados. Por outro lado, outras bactérias presentes nos canais dentais são aeróbias ou facultativas, ou seja, podem crescer tanto em ambientes com ou sem oxigênio. Essa diversidade de bactérias com diferentes necessidades de oxigênio torna o processo de desinfecção dos canais radiculares ainda mais desafiador. (Siqueira Jr, J. F., Rocas, I. N., & Favieri, A. 2000.)

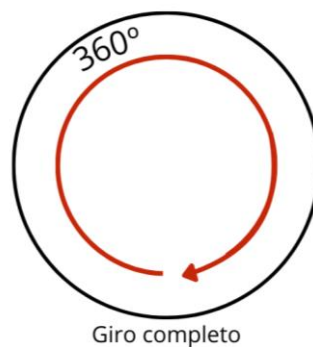
A falta de técnica adequada por parte do profissional que realiza o tratamento endodôntico pode ser um fator determinante para o insucesso do tratamento. Uma técnica inadequada pode levar a falhas na desinfecção do canal radicular, deixando algumas áreas do canal contaminadas por bactérias e suas toxinas. Além disso, o uso inadequado de instrumentos rotatórios e irrigantes pode levar à fratura de instrumentos dentro do canal, o que dificulta a desinfecção adequada e pode levar a infecções persistentes. Outro aspecto importante é a escolha de materiais restauradores inadequados, o que pode levar à infiltração microbiana e recorrência da infecção. É importante que o profissional esteja atualizado e siga as recomendações de protocolos clínicos para a realização do tratamento endodôntico, além de utilizar materiais de qualidade para evitar problemas futuros. A falta de técnica adequada pode ser evitada por meio de treinamento adequado e atualização constante do profissional, além do uso de equipamentos modernos e materiais de qualidade para a realização do tratamento endodôntico. É importante que o paciente escolha um profissional experiente e atualizado para realizar o tratamento endodôntico, a fim de evitar complicações e garantir o sucesso do tratamento. (Siqueira Jr, JF. 2001.)

Durante a instrumentação mecânica, os instrumentos rotatórios são movidos através de diferentes tipos de movimentos mecânicos.

Os movimentos mecânicos são essenciais para a descontaminação efetiva do canal radicular, pois ajudam a limpar as paredes do canal e a remover o tecido pulpar e as bactérias presentes no interior do canal. Os movimentos mecânicos podem ser realizados de forma contínua ou intermitente e podem ser classificados em dois principais:

1. Movimento de rotação contínua: este é o movimento mais comum na instrumentação mecânica. Ele consiste na rotação contínua da lima ou broca rotatória no sentido horário ou anti-horário para cortar e desgastar o tecido pulpar e as bactérias presentes no interior do canal.

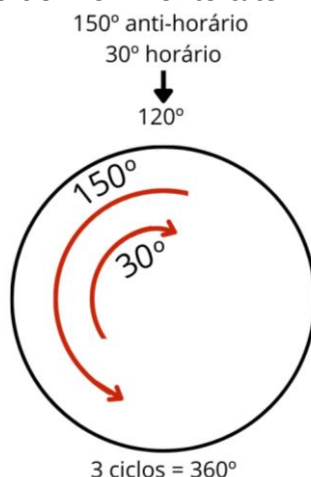
Figura 4: Representação do movimento de rotação contínua



Fonte: Elaboração do próprio autor

2. Movimento alternado: este movimento é utilizado para prevenir a fratura das limas e aumentar a efetividade da limpeza. Ele consiste na rotação da lima ou broca rotatória em um sentido e, em seguida, no sentido oposto, de forma alternada. Esse movimento pode ser realizado com diferentes amplitudes e velocidades. O uso de técnicas avançadas, como a instrumentação recíprocante ou a instrumentação rotatória controlada, pode ajudar a minimizar essas complicações e aumentar a efetividade da descontaminação do canal radicular. (Hülsmann, M., Peters, O. A., Dummer, P. M., 2019.)

Figura 5: Representação do movimento alternado recíprocante



Fonte: Elaboração do próprio autor

METODOLOGIA

Trata-se de uma revisão literária sobre Comparação da Eficiência de Corte e Remoção de Smear Layer de Instrumentos Endodônticos Rotatórios e Recíprocantes, reunindo informações atuais e relevantes sobre o tema, afim de apresentar condutas terapêuticas que otimizam o tratamento endodôntico e evitar possíveis iatrogenias, tudo baseado através de informações relevantes e bem selecionados de artigos científicos.

O Levantamento dos dados foi realizado na Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (PUBMED) com publicações entre os anos de 2000 a 2024, em língua inglesa, utilizando as seguintes descrições de busca: “Reciproc, Waveone, cutting efficiency, shaping, shaping ability”.

Após selecionar os artigos com descritores usados no paragrafo anterior, requisitos para a inclusão dos artigos no projeto de Trabalho de Conclusão do Curso (TCC) obedeceu aos seguintes critérios de inclusão: Após a identificação inicial dos trabalhos, a seleção de artigos obedeceu aos seguintes critérios de inclusão: estudos que abordavam sobre a instrumentação mecanizada dos canais, eficácia de limpeza e modelagem dos canais radiculares, a eficiência de corte dos instrumentos rotativos.

Em contrapartida, quanto aos critérios para a exclusão, foram excluídos artigos que não estavam relacionados com o objetivo deste projeto, os artigos que

não apresentavam metodologia adequada ou não abordavam a área de interesse foram descartados e artigos que não se encaixam no intervalo de tempo entre 2000-2024.

Neste estudo foram inicialmente selecionados 20 artigos no Pubmed, após a análise detalhada de cada um deles, foram incluídos na pesquisa 20 desses artigos que atenderam aos critérios previamente descritos no trabalho e que foram considerados relevantes para a pesquisa.

RESULTADOS

Tabela 1- Síntese dos artigos que comparam os sistemas rotatórios e reciprocantes

Autor e ano	Dentes	Método	Resultado
Machado et al., (2013)	65 canais radiculares disto-vestibulares de molares superiores	Avaliação da influência do instrumento rotatório e recíprocante na redução bacteriana . Wave-One, Reciproc, ProTaper, Mtwo e Instrumentação manual	Demonstrou que todas as técnicas utilizadas foram igualmente eficazes na diminuição bacteriana de forma semelhante. As reduções médias foram de 94,7% e 95,1% para sistemas rotativos (ProTaper e WaveOne), 96% e 97,5% para sistemas Reciproc e Mtwo; e 93% para sistema manual. O sistema ProTaper apresentou uma redução bacteriana levemente inferior em comparação aos demais sistemas. Portanto, os resultados obtidos foram semelhantes entre sistemas rotativos e manuais.

Versione, et al., (2017)	100 incisivos inferiores humanos	Avaliação por micro-CT da capacidade de modelagem dos sistemas XP-endo Shaper, iRace e EdgeFile	O sistema XP-Endo Shaper apresentou uma capacidade maior de preservar a anatomia original dos canais sendo mais eficiente na conformação de canais ovais e uma média de 86% de paredes das superfícies radiculares tocadas. O sistema iRace apresentou uma boa capacidade de corte e remoção de dentina tendo uma média de 81% das superfícies radiculares tocadas. Porém sua ação foi um pouco mais agressiva em relação ao XP-Endo Shaper, gerando um maior risco de alisamento das paredes dos canais radiculares. O sistema EdgeFile também apresentou boa capacidade de corte e remoção de dentina, mas sem vantagem em relação os demais sistemas e um percentual levemente inferior de superfícies tocadas com 79%. Concluiu-se que os sistemas apresentaram capacidade de aumento médio de conformação, tendo uma vantagem ao uso do sistema XP-Endo Shaper
Maya Feghali et al., (2019)	30 unirradiculares dentes humanos	Avaliação por microscopia eletrônica de detritos e smear layer deixados pelo Wave One Gold e Reciproc Blue.	O estudo apontou que o sistema WaveOne Gold mostrou uma capacidade levemente maior na remoção de detritos (75%), comparado ao sistema Reciproc Blue (70%). Porém, em relação à remoção de smear layer não houveram diferenças

			significativas entre os dois sistemas. Portanto, concluiu-se que WaveOne apresentou melhores resultados do que o Reciproc em termos de limpeza no terço apical.
S. Burklein et al., (2012)	80 dentes humanos com pelo menos uma raiz curva e canal radicular curvo	Avaliação da capacidade de modelagem e eficácia de limpeza: Reciproc e Wave One versus Mtwo e ProTaper	Os sistemas Reciproc e WaveOne apresentaram um maior transporte apical em média de 60% a 65% dos casos. Já os sistemas Mtwo e ProTaper apresentaram um transporte menor, chegando em média de 45% e 50%. Os sistemas Reciproc e WaveOne removeram debris em cerca de 85% e 80% dos canais, enquanto Mtwo e ProTaper removeram 75% e 78%, respectivamente Já a remoção de smear layer se mostrou incompleta em todos os sistemas, tendo sua eficácia menor que 50%
Maia Filho et al., (2016)	45 blocos de resina com canais radiculares curvos simulados	Comparação da modelagem e a preservação da curvatura de canais radiculares simulados usando ProTaper Next, Wave one e Reciproc	Dentre os sistemas estudados, o sistema ProTaper Next foi o mais eficaz na preservação da forma do canal (cerca de 87%) O sistemas Reciproc apresentou uma média de 83% de preservação da forma original do canal Já o sistema WaveOne apresentou a menor média de preservação da forma original do canal, cerca de 80% Portanto, concluiu-se que o sistema ProTaper Next foi o

			sistema mais eficiente avaliado
Singh et al., (2023)	30 canais mesiais de molares superiores	Avaliação do transporte apical e da quantidade de dentina do canal radicular removida em canais curvos usando diferentes sistemas de limas rotativas: WaveOne, ProTaper Next e EdgeFile X3	A análise mostrou que embora houvesse diferença na média de valores de transporte apical ($0,33 \pm 0,12$ mm para WaveOne, $0,21 \pm 0,25$ mm para ProTaper Next e $0,23 \pm 0,21$ mm para EdgeFile X3), não foram diferenças significativas. Portanto, concluiu-se que os três sistemas avaliados possuem eficiência semelhantes.
Marques et al., (2021)	40 canais radiculares longos e ovais de molares inferiores	Avaliação da eficiência de modelagem do sistema XP-endo e dos instrumentos Mtwo em canais radiculares ovais longos	Os dois sistemas aumentaram significativamente o volume do canal. XP-Endo: 30,50% e Mtwo: 27,82%. A remoção de dentina foi semelhante nos dois sistemas, sendo XP-Endo com 2,77%, e Mtwo com 2,40%. Nenhum dos sistemas foram capazes de preparar completamente todas as paredes. XP-Endo com 9,57% de paredes não tocadas e Mtwo com 8,51%. Portanto, concluiu-se que ambos os sistemas possuem eficácia semelhante.
Yanik e Özel (2024)	36 canais mesiais de molares inferiores moderadamente curvos	Capacidade de modelagem de canais moderadamente curvos com três sistemas de instrumentação: ProTaper Next, WaveOne Gold e	Os estudos analisaram que o sistema TruNatomy apresentou a menor porcentagem de remoção de dentina e maior quantidade de paredes que não foram tocadas, cerca de 41%. Os sistemas ProTaper Next

		TruNatomy - TRN	e WaveOne Gold apresentaram resultado semelhante, embora o sistema ProTaper Next apresentou uma média de 28% de paredes dentinárias não tocadas. Já o WaveOne Gold apresentou uma média de 22% de paredes intocadas. Concluindo, os sistemas ProTaper Next e WaveOne se mostraram mais eficientes e com pouca diferença de eficácia.
Amaral et al., (2013)	30 molares inferiores	Análise da remoção da Smear Layer em canais modelados com sistemas rotativos (Reciproc, WaveOne e Mtwo)	O sistema Mtwo foi considerado o mais eficiente na remoção de smeaer layer, principalmente no terço médio e cervical com cerca de 93% e 87% de taxas de remoção Os sistemas Reciproc e WaveOne mostraram resultados ligeiramente menores na remoção de smear layer. Reciproc com 90% e WaveOne com 88% Portanto, pode-se concluir que as três técnicas utilizadas obtiveram resultado semelhante e sem diferenças significativas entre elas

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 2: Síntese dos artigos utilizados na introdução

Autor e Ano	Relevância para o TCC
American Association of Endodontists. "What is an Endodontist?" (2024)	Embora este site não trate diretamente sobre smear layer, é apresentado uma visão geral e importante sobre a função de um endodontista, podendo contextualizar o uso de diferentes instrumentos rotatórios e reciprocantes para tratamentos mais eficazes
Kishen A. (2006)	Enfatiza a importância da descontaminação do canal radicular e da dificuldade enfrentada devido à anatomia complexa, que muitas vezes abriga áreas inacessíveis contaminadas. A remoção eficaz dessas áreas são fatores cruciais para o sucesso endodôntico, e os instrumentos rotatórios e reciprocantes desempenham um papel fundamental neste processo
Sousa Neto et al., (2018)	Ilustra a complexidade da anatomia interna dos canais radiculares utilizando da microtomografia computadorizada
SIQUEIRA et al., (2015)	Fornece informações sobre a organização e complexidade das colônias bacterianas. Trazendo também imagens ilustrativas que são fundamentais para análise e compreensão do tema
Ricucci D et al., (2009)	Investiga as limitações dos materiais e técnicas na descontaminação dos canais radiculares. Evidenciando principalmente as limitações das limas manuais na remoção eficaz da smear layer

Siqueira Jr et al., (2000)	Destaca a capacidade das bactérias de sobreviver em ambientes sem oxigênio assim como ocorre no interior dos canais radiculares, um fator que influencia diretamente na descontaminação eficaz e que se faz necessário o uso de novas técnicas de instrumentação
Siqueira Jr et al., (2001)	Discute como a falta de técnica adequada pode levar ao insucesso do tratamento endodôntico, destacando a importância de uma execução meticulosa. Além da necessidade da boa escolha de materiais e da atualização de estudo dos profissionais mediante ao uso de instrumentos eficientes assim como os instrumentos rotatórios e reciprocantes
Hülsmann et al., (2019)	Detalha as diferenças entre os movimentos rotatórios e recíprocos na preparação mecânica dos canais

Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 3: Síntese de artigos utilizados para ilustrar os resultados através de imagens

Autor e Ano	Relevância para o TCC
Zhao, Dan, et al (2014)	Oferecem imagens de representação visual detalhada das interações entre os instrumentos e a anatomia do canal, permitindo a análise das áreas de limpeza e das regiões não tocadas. Essa visualização é crucial para discutir a eficiência de corte e a preservação da estrutura dentinária, temas centrais

	deste trabalho, enriquecendo a apresentação dos resultados e apoiando as conclusões sobre a comparação entre os sistemas de instrumentação endodôntica.
Marques et al., (2018)	As imagens tridimensionais obtidas nesta pesquisa, são essenciais para ilustrar a eficácia de cada sistema na modelagem de canais complexos. Essas imagens permitem uma análise visual detalhada da conformação dos canais, evidenciando as áreas de limpeza e as regiões que permanecem não instrumentadas. Essa representação gráfica é crucial para discutir a eficiência de cada sistema na remoção de detritos e na preservação da estrutura dentinária, temas centrais deste trabalho. A inclusão dessas imagens tridimensionais não só enriquece a apresentação dos dados, mas também fornece evidências visuais que apoiam as conclusões sobre a comparação de eficiência entre os diferentes instrumentos endodônticos, tornando a discussão mais robusta e informativa.
Busquim et al (2015)	As imagens tridimensionais deste estudo são de grande importância para a compreensão das dinâmicas de instrumentação em anatomias

	complexas. Essas imagens permitem uma análise visual detalhada das áreas instrumentadas e não instrumentadas, evidenciando as diferenças na eficiência de limpeza entre os dois sistemas. A representação gráfica facilita a discussão sobre a eficácia de cada abordagem na remoção de detritos e na preservação da estrutura dentinária, temas fundamentais deste trabalho. A inclusão dessas imagens tridimensionais enriquece a apresentação dos resultados e fornece uma base visual sólida para as conclusões sobre a comparação da eficácia dos sistemas de instrumentação endodôntica, tornando a discussão mais clara e informativa.
Versiani et al., (2017)	As imagens tridimensionais apresentadas neste estudo são essenciais para ilustrar a eficácia de cada sistema em preparar canais radiculares complexos. Essas imagens permitem uma visualização detalhada das áreas instrumentadas e das regiões que permanecem intactas, facilitando a comparação da eficiência de remoção de detritos e da preservação da estrutura dentinária entre os diferentes sistemas. A representação gráfica fornece uma

	base visual sólida para discutir as vantagens e limitações de cada abordagem, temas centrais deste trabalho. Assim, a inclusão dessas imagens tridimensionais enriquece a apresentação dos resultados e fortalece as conclusões sobre a eficácia dos sistemas de instrumentação endodôntica em canais ovais, tornando a discussão mais informativa e clara.
--	---

Fonte: Elaboração do próprio autor

Dentro das limitações deste estudo e com base nos demais estudos publicados até agora, foi observado que todos os instrumentos rotatórios apresentaram resultados semelhantes em termos de eficiência de corte e remoção de smear layer.

Portanto, a escolha entre os instrumentos rotatórios e reciprocantes pode ser baseada em critérios adicionais, como conforto de uso e custo, uma vez que a eficácia de desempenho não apresentou variações relevantes.

DISCUSSÃO

(SIQUEIRA et al., 2015) Eliminar o biofilme microbiano e a remoção da dentina contaminada é fundamental para garantir o sucesso do tratamento de canal, já que a presença de microrganismos nos canais radiculares pode levar a complicações e ao insucesso do tratamento. Portanto, a eficácia dos instrumentos endodônticos em remover o biofilme e cortar de forma precisa é crucial para garantir uma boa desinfecção dos canais.

(SIQUEIRA et al., 2015) Quanto maior o grau de organização da comunidade microbiana instalada no sistema de canais radiculares, maior o seu potencial patogênico e mais difícil será sua eliminação durante a execução da terapia endodôntica. Tem sido demonstrado que, quanto maior a lesão perirradicular, maior é a probabilidade de se encontrar bios bem organizados na porção apical do canal.

Isso se explica pelo fato de, em tais circunstâncias, a infecção endodôntica ser de longa duração. Nesses casos, há maior risco para o fracasso endodôntico; por isso, todos os esforços devem ser dispendidos no sentido de eliminar a infecção de forma adequada.

(SIQUEIRA et al., 2015) Com curvas e ramificações que tornam a anatomia dos canais complexa, a tarefa de remover o biofilme se torna um verdadeiro desafio. Entretanto, as descobertas mostraram que todos os instrumentos rotativos e reciprocantes foram igualmente eficazes na limpeza dos canais e corte. Significa que não há muitas diferenças de desempenho entre os muitos modelos de instrumentos que avaliados. Os resultados confirmam que a seleção adequada de instrumentos, técnicas de instrumentação adequadas e o uso adequado de agentes são cruciais para o sucesso da terapia endodôntica.

(Machado et al., 2013) As limas reciprocantes (Reciproc e WaveOne) mostram maior eficiência na remoção bacteriana devido ao seu movimento alternado, que gera menor acúmulo de detritos e melhora o contato das paredes do canal reduzindo o número de paredes não tocadas. Porém, essa técnica pode gerar mais tensão em casos de uso prolongado ou em canais curvos, o que pode aumentar o risco de fratura. Por outro lado, as limas rotatórias (ProTaper e Mtwo), apesar de proporcionar um corte mais uniforme e precisarem de menor tempo de trabalho, apresentam limitações na remoção de resíduos de bactérias nos canais radiculares com anatomia complexa, já que seu movimento contínuo pode limitar o alcance efetivo em áreas irregulares. Esse estudo enfatiza que a escolha entre os sistemas deve considerar tanto a anatomia do canal quanto a necessidade de redução bacteriana, buscando um equilíbrio entre a eficiência de corte e preservação estrutural.

Tabela 4: Imagem de cada sistema de limas descrito e a representação tridimensional de sua respectiva instrumentação.

Sistema de limas	Reconstrução tridimensional
Figura 6: Sistema de limas Reciproc, sistema de movimento reciprocante.	Figura 7: Reconstrução tridimensional de um canal radicular instrumentado com o sistema Reciproc. A cor verde se refere à área pré operatória e a cor

RECIPROC®



Fonte: Google Imagens.

vermelha à área pós operatória.



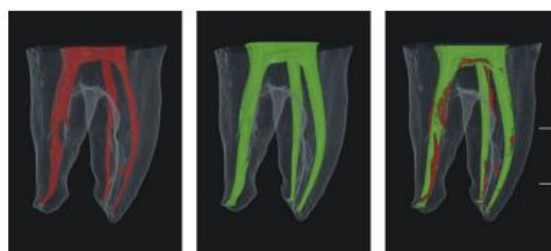
Fonte: (Busquim, S., et al 2015)

Figura 8: Sistema de limas ProTaper Next, sistema de movimento rotatório



Fonte: Google Imagens.

Figura 9: Reconstrução tridimensional dos canais radiculares de um primeiro molar inferior instrumentado com o sistema ProTaper Next. A cor vermelha se refere à área pré operatória e a cor verde à área pós operatória.



Fonte: (Zhao, Dan, et al 2014)

Figura 10: Sistema de limas Mtwo, sistema de movimento rotatório.



Fonte: Google Imagens.

Figura 11: Reconstrução tridimensional dos canais radiculares de um primeiro molar inferior instrumentado com o sistema Mtwo. A cor verde se refere à área pré operatória e a cor vermelha à área pós operatória.



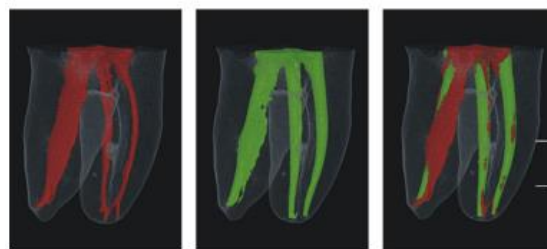
Fonte: (Marques, J. L. C. 2018)

Figura 12: Sistema de limas WaveOne Gold, sistema de movimento recíprocante.



Fonte: Google Imagens.

Figura 13: Reconstrução tridimensional dos canais radiculares de um primeiro molar inferior instrumentado com o sistema Wave One. A cor vermelha se refere à área pré operatória e a cor verde à área pós operatória.



Fonte: (Zhao, Dan, et al 2014)

Fonte: Elaboração do próprio autor

(Versiane, et al., 2017) O design exclusivo do sistema XP-endo Shaper, com sua grande flexibilidade e capacidade de expansão controlada, favorece a adaptação às formas internas irregulares dos canais radiculares, o que pode ser determinante durante a escolha do instrumento. Entretanto, há uma limitação dos sistemas iRace e EdgeFile em anatomias complexas, pois tendem a seguir uma trajetória mais centralizada, podendo deixar áreas não instrumentadas em canais ovais, elevando o risco de falha.

Tabela 5: Imagem de cada sistema de limas descrito e a representação tridimensional de sua respectiva instrumentação.

Sistema de limas	Reconstrução tridimensional
Figura 14: Sistema de limas XP-Endo Shaper, sistema de movimento recíprocante.	Figura 15: Reconstrução tridimensional dos canais radiculares de um primeiro molar inferior instrumentado com o sistema XP- Endo Shaper. A cor verde se refere à área pré operatória e a cor vermelha à área pós operatória.

 Fonte: Google Imagens.	 Fonte: (Marques, J. L. C. 2018)
Figura 16: Sistema de limas EdgeFile, sistema de movimento rotatório.  Fonte: Google Imagens.	Figura 17: Reconstrução tridimensional de um incisivo inferior instrumentado com o sistema Edge File. A cor verde se refere à área pré operatória e a cor vermelha à área pós operatória.  Fonte: (Versiani, Marco A., et al. 2017)
Figura 18: Sistema de limas iRace, sistema de movimento rotatório.  Fonte: Google Imagens.	Figura 19: Reconstrução tridimensional de um incisivo inferior instrumentado com o sistema iRace. A cor verde se refere à área pré operatória e a cor vermelha à área pós operatória.  Fonte: (Versiani, Marco A., et al. 2017)

Fonte: Elaboração do próprio autor

(Maya Feghali et al., 2019) Os resultados mostraram que o sistema WaveOne

foi ligeiramente mais eficiente na remoção de smear layer em algumas áreas do canal, o que pode ser atribuído à sua flexibilidade e resistência aprimorada devido ao tratamento térmico do instrumento. Esse tratamento permite uma adaptação mais efetiva no canal radicular, aumentando a capacidade de limpeza, especialmente em áreas curvas. Contudo, o sistema Reciproc apresentou um desempenho semelhante e demonstrou ser menos propenso à fratura, o que pode ser vantajoso em canais com anatomia desafiadora. Apesar dessas vantagens, ambos os sistemas deixaram resíduos em determinadas áreas, revelando que, apesar das melhorias tecnológicas, a remoção completa de detritos e smear layer continua sendo um desafio, particularmente em canais com anatomia complexa.

(S. Burklein et al., 2012) O sistema Reciproc e WaveOne demonstraram melhor desempenho na adaptação a canais curvos devido ao movimento reciprocante, que facilita a modelagem do canal sem comprometer tanto a integridade estrutural do canal. Contudo, a ação de corte mais agressiva dos sistemas de lima única pode gerar mais resíduos e detritos apicais, dificultando a limpeza completa em comparação com sistemas rotatórios, como o ProTaper, que apresentou um corte mais uniforme em canais curvos. Por outro lado, os sistemas Mtwo e ProTaper exigiram mais passos e troca de limas, o que aumenta o tempo de instrumentação e o risco de desvios no canal. Esses achados ressaltam a necessidade de se avaliar a anatomia do canal antes de escolher o sistema de instrumentação, considerando que os sistemas reciprocantes apresentam vantagens na conformação de canais complexos, embora possam ser limitados na remoção completa de detritos e smear layer em áreas mais profundas.

(Maia Filho et al., 2016) O sistema ProTaper Next demonstrou uma capacidade de modelagem superior, oferecendo um corte eficiente e uma maior centralização dentro do canal devido ao seu design de múltiplas limas e movimento contínuo rotatório, que favorece um desgaste mais controlado e regular das paredes dentinárias. Por outro lado, os sistemas de lima única, WaveOne e Reciproc, apresentaram vantagens em termos de rapidez e simplicidade na instrumentação, uma vez que requerem menos trocas de instrumentos. No entanto, os sistemas reciprocantes mostraram uma tendência a produzir desgaste mais acentuado em áreas de curvatura do canal, o que pode comprometer a integridade radicular. Embora o ProTaper Next tenha mostrado maior precisão na modelagem, a eficiência dos sistemas reciprocantes WaveOne e Reciproc continua sendo vantajosa em

termos de tempo de trabalho, especialmente em situações onde um procedimento rápido é desejável. Esses achados destacam a importância de considerar tanto a anatomia do canal quanto as necessidades clínicas específicas ao selecionar o sistema de instrumentação ideal.

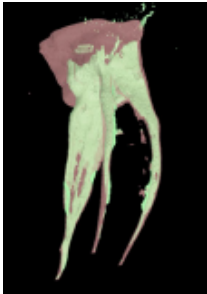
(Singh et al., 2023) Embora cada sistema tenha demonstrado características individuais, como a flexibilidade e o controle apical do Protaper Next e do EdgeFile X3, que ajudaram a preservar a anatomia do canal, e a eficiência de remoção de detritos do sistema recíprocante WaveOne, os três apresentaram resultados semelhantes em termos de transporte apical e preservação da estrutura radicular. Esse achado sugere que, embora cada sistema ofereça vantagens específicas, a escolha entre eles pode depender mais das preferências clínicas e das características anatômicas do canal do que de uma diferença marcante na eficiência de limpeza e modelagem. Dessa forma, é importante balancear os benefícios de cada sistema para atender às necessidades clínicas específicas, sem comprometer a integridade estrutural do canal.

(Marques et al., 2021) Os resultados indicaram que o XP-endo Shaper apresentou maior adaptabilidade aos contornos irregulares dos canais ovais, devido à sua flexibilidade e capacidade expansiva, permitindo uma modelagem mais precisa e eficiente em áreas de difícil acesso. Por outro lado, o sistema Mtwo, apesar de proporcionar um corte controlado e uniforme, mostrou limitação na adaptação a áreas de maior irregularidade, resultando em algumas zonas não instrumentadas. Contudo, ambos os sistemas foram eficazes na remoção de dentina e no preparo adequado do canal, com resultados semelhantes em termos de preservação da estrutura radicular. Esse estudo destaca a importância de considerar a anatomia do canal ao escolher o sistema de instrumentação, já que instrumentos mais adaptáveis, como o XP-endo Shaper, podem oferecer vantagens em canais de forma complexa, embora ambos os sistemas tenham demonstrado eficiência satisfatória na modelagem de canais ovais.

(Yanik e Özel 2024) Os resultados indicaram que o TruNatomy apresentou a menor porcentagem de remoção de dentina e a maior quantidade de paredes não tocadas, refletindo sua capacidade de preservar a estrutura dentinária. Em contrapartida, o Protaper Next e o WaveOne foram mais eficazes na remoção de dentina e na adaptação às curvas dos canais, o que se deve ao seu design de lâmina e à ação de corte mais agressiva. Essa configuração permite que esses

sistemas ofereçam uma modelagem mais eficiente, adaptando-se melhor aos contornos dos canais e garantindo uma remoção eficaz de detritos. Os achados do estudo ressaltam a importância de considerar tanto a eficiência de remoção quanto a preservação da estrutura dentinária ao escolher um sistema de instrumentação, com Protaper Next e WaveOne demonstrando-se mais eficazes em canais moderadamente curvos em comparação ao TruNatomy.

Tabela 6: Imagem de cada sistema de limas descrito e a representação tridimensional de sua respectiva instrumentação.

Sistema de limas	Reconstrução tridimensional
Figura 20: Sistema de limas TruNatomy – TRN, sistema de movimento rotatório.  Fonte: Google Imagens.	Figura 21: Reconstrução tridimensional das paredes de dentina não preparadas pelo sistema de limas TruNatomy. Vermelho e verde representam dentina intocada e tocada, respectivamente.  Fonte: Yanik e Özel (2024)

Fonte: Elaboração do próprio autor

(Amaral P et al., 2013) Após limpeza do canal concluiu-se que a qualidade de limpeza depende da morfologia do canal e não necessariamente do tipo de instrumento utilizado. Porém, um estudo recente que comparou sistemas de movimento alternado - Reciproc e WaveOne, com instrumentos de movimento contínuo – ProTaper e Mtwo, concluiu que Mtwo e Reciproc apresentaram os melhores resultados se tratando de remoção de smear layer e se igualando na eliminação de detritos. Um ponto importante de se observar é a extrusão de pedaços de dentina para o ápice, nesse sentido Mtwo e Reciproc mostraram ser melhores opções para a remoção e eliminação dos detritos de dentina no terço apical.

CONCLUSÃO

Portanto, concluiu-se através deste estudo que comparou a eficácia do corte e remoção de smear layer usando vários instrumentos endodônticos rotativos e reciprocantes, que todos os instrumentos avaliados entregam resultados semelhantes em termos de eficiência de corte e remoção de smear layer.

Os resultados trazidos enfatizam a importância de uma escolha cuidadosa do sistema de instrumentação, que deve levar em conta não apenas a eficácia na limpeza e conformação do canal, mas também a preservação da integridade estrutural da raiz. A análise de microtomografia computadorizada e outras metodologias avançadas proporcionaram uma compreensão mais profunda das capacidades de cada sistema, permitindo que os clínicos tomem decisões mais informadas. Em suma, a seleção do sistema ideal deve ser baseada em uma avaliação crítica das características anatômicas do canal e dos objetivos clínicos específicos, promovendo assim melhores resultados no tratamento endodôntico e contribuindo para o sucesso a longo prazo dos procedimentos.

REFERÊNCIAS

1. AMARAL, P.; FORNER, L.; LLENA, C. Smear layer removal in canals shaped with reciprocating rotary systems. **Journal of clinical and experimental dentistry**, v. 5, n. 5, p. e227-30, 2013.
2. American Association of Endodontists. "What is an Endodontist?"
3. BÜRKLEIN, S. et al. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper: Single-file systems - shaping and cleaning. **International endodontic journal**, v. 45, n. 5, p. 449–461, 2012.
4. 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.
5. FEGHALI, M. et al. Scanning electron microscopy evaluation of debris and smear layer generated by two instruments used in

reciprocating motion WaveOne Gold® and Reciproc Blue®. **Australian endodontic journal: the journal of the Australian Society of Endodontology Inc**, v. 45, n. 3, p. 388–393, 2019.

6. Hülsmann, M., Peters, O. A., Dummer, P. M., & Mechanical Preparation Techniques P. (2019). Mechanical preparation techniques. In *Principles of Endodontics* (pp. 209- 274). Springer, Cham.
7. Kishen A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endodontic Topics*. 2006;13(1):57-83
8. MACHADO, M. E. L. et al. Influence of reciprocating single-file and rotary instrumentation on bacterial reduction on infected root canals. **International endodontic journal**, v. 46, n. 11, p. 1083–1087, 2013.
9. MAIA FILHO, E. M. et al. Shaping ability of ProTaper Next, WaveOne, and reciproc in simulated root canals. **The journal of contemporary dental practice**, v. 17, n. 11, p. 902–906, 2016.
10. MARQUES, J. L. C. et al. Shaping efficiency of XP-endo shaper and Mtwo instruments in long oval root canals: A micro-CT study. *Australian endodontic journal: the journal of the Australian Society of Endodontology Inc*, v. 47, n. 3, p. 624–630, 2021.
11. Marques, Juliana Lisboa Couto. *Avaliação dos preparos de canais radiculares com secção transversal oval longa realizados pelos sistemas XP endo shaper e Mtwo utilizando a microtomografia computadorizada*. Diss. Universidade de São Paulo, 2018.
12. PEREIRA LOPES, H.; FREITAS SIQUEIRA, J., Jr. **Endodontia: Biologia E Técnica**. 4. ed. [s.l.] Elsevier Editora Ltda, 2015
13. Ricucci D, Siqueira JF Jr, Bate AL, Pitt Ford TR. Histologic investigation of root canal-treated teeth with apical periodontitis: a retrospective study from twenty-four patients. *Journal of Endodontics*. 2009;35(4):493-502.
14. SINGH, H. et al. Avaliação do transporte apical e quantidade de dentina do canal radicular removida usando diferentes novos sistemas de limas rotativas: Um estudo original. *Revista de farmácia e ciências bioaliadas*, v. 15, n. Suplemento 1, pág. S141–S145, 2023
15. Siqueira Jr, J. F., Rocas, I. N., & Favieri, A. (2000). Analysis of the bacterial flora associated with failed endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 90(5), 632-637.

16. Siqueira Jr, JF. Aetiology of root canal treatment failure: why well-treated teeth can fail. *International endodontic journal*, v. 34, n. 1, p. 1-10, 2001.
17. SOUSA-NETO, Manoel Damião de et al. Root canal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review. **Brazilian oral research**, v. 32, p. e66, 2018.
18. VERSIANI, M. A. et al. Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile systems in long oval-shaped canals. **Journal of endodontics**, v. 44, n. 3, p. 489–495, 2017.
19. YANIK, D.; ÖZEL, Ş. Shaping ability of three instrumentation system in moderately curved canals: A micro-CT study. *Microscopy research and technique*, v. 87, n. 10, p. 2399–2407, 2024.
20. ZHAO, Dan et al. Root canal preparation of mandibular molars with 3 nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomographic study. **Journal of endodontics**, v. 40, n. 11, p. 1860-1864, 2014.