

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CAMPUS GOVERNADOR VALADARES
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA VIDA
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Ana Clara de Oliveira

**Análise do desempenho do sistema ProDesign Logic na etapa de preparo
químico-mecânico do sistema de canais radiculares: Revisão de
Literatura**

Governador Valadares
2024

Ana Clara de Oliveira

**Análise do desempenho do sistema ProDesign Logic na etapa de preparo
químico-mecânico do sistema de canais radiculares: Revisão de
Literatura**

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao Departamento de
Odontologia, do Instituto de Ciências
da Vida, da Universidade Federal de
Juiz de Fora, Campus Governador
Valadares, como requisito parcial à
obtenção do grau de bacharel em
Odontologia

Orientador(a): Prof. Dr. Bernardo César Costa

Coorientador(a): Profa. Dra. Carolina de Oliveira Lima

Governador Valadares

2024

Oliveira, Ana Clara de.

Análise do desempenho do sistema ProDesign Logic na etapa de preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares: Revisão de Literatura / Ana Clara de Oliveira. -- 2024.

44 p.

Orientador: Bernardo César Costa

Coorientadora: Carolina de Oliveira Lima

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Avançado de Governador Valadares, Faculdade de Odontologia, 2024.

1. Tratamento de canal. 2. ProDesign Logic. 3. Instrumentação rotatória contínua. I. Costa, Bernardo César, orient. II. Lima, Carolina de Oliveira, coorient. III. Título.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Ana Clara de Oliveira

Análise do desempenho do sistema ProDesign Logic na etapa de preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares: Revisão de Literatura

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Odontologia, do Instituto de Ciências da Vida, da Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Odontologia.

Aprovada em 18 de setembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Bernardo César Costa – Orientador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Carolina Oliveira Lima - Coorientador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares

Profa. Aline Toledo Salgado - Examinador(a)
Mestranda São Leopoldo Mandic - Campinas

Rafael Binato Junqueira - Examinador(a)
Universidade Federal de Juiz de Fora, Campus Governador Valadares



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Binato Junqueira, Professor(a)**, em 18/09/2024, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carolina Oliveira de Lima, Professor(a)**, em 18/09/2024, às 15:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Bernardo Cesar Costa, Professor(a)**, em 18/09/2024, às 15:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Aline Toledo Salgado, Usuário Externo**, em 18/09/2024, às 15:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Uffj (www2.uffj.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1948824** e o código CRC **F1E99120**.

Referência: Processo nº 23071.928838/2024-15

SEI nº 1948824

Dedico este trabalho aos meus pais que, sempre presentes em minha vida, me motivaram com seu amor e apoio a persistir no sonho de concluir a graduação e me permitiram finalizar esta etapa.

RESUMO

O objetivo da presente revisão foi avaliar o desempenho do sistema endodôntico ProDesign Logic (PDL) na etapa de preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares, com base nos parâmetros resistência à fratura, área preparada, transporte do canal e capacidade de centralização, quantidade de dentina removida, tempo de instrumentação, percentual de detritos e criação de microtrincas dentinárias. Por meio de revisão bibliográfica, foram selecionados 23 estudos a partir da base de dados MEDLINE/PubMed, com o uso dos descritores (“Prodesign Logic OR bassi logic”) AND (“fracture OR apical transportation OR centering ability OR unprepared area OR nonprepared area OR dentine removed OR cyclic fatigue OR shaping ability OR root canal preparation”), além de buscas manuais em revistas científicas. Assim, foi possível concluir que PDL possui resistência adequada para a instrumentação de canais longos ovais e capacidade satisfatória de centralização, embora os sistemas recíprocos apresentem resultados superiores para tais parâmetros. A porcentagem de área não preparada com PDL foi alta. PDL apresentou resultados satisfatórios para a quantidade de dentina removida, permitindo preparos conservadores, concluiu a instrumentação mais rapidamente que as limas manuais e recíprocos, mas foi associado a altas porcentagens de detritos e, quanto à formação de microtrincas dentinárias, não está claro se o sistema é capaz de gerar tais defeitos, sendo necessário mais estudos para investigar essa relação.

Palavras-chave: Tratamento de canal. ProDesign Logic. Instrumentação rotatória contínua.

ABSTRACT

The objective of this review was to evaluate the performance of the ProDesign Logic system (PDL) in the Chemical-mechanical preparation stage of the root canal system, based on the parameters fracture resistance, prepared area, canal transport and centring ability, dentin removal, instrumentation time, percentage of debris and creation of dentinal defects. Through a bibliographic review, 23 studies were selected from the MEDLINE/PubMed database, using the descriptors ("Prodesign Logic OR bassi logic") AND ("fracture OR apical transportation OR centering ability OR unprepared area OR nonprepared area OR dentine removed OR cyclic fatigue OR shaping ability OR root canal preparation"), in addition to manual searches in scientific journals. Thus, it was possible to conclude that PDL has adequate resistance for the instrumentation of long oval canals and satisfactory centring ability, although reciprocating systems present better results for such parameters. The percentage of untouched areas with PDL was high. PDL presented satisfactory results for the dentin removal, allowing conservative preparations, and completed instrumentation more quickly than manual and reciprocating files, but was associated with high percentages of debris and, regarding the formation of dentinal defects, it is not clear whether the system is capable of generating such defects, but further studies are needed to investigate this relationship.

Keywords: Root canal treatment. ProDesign Logic. Rotatory instrumentation.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Resistência de PDL à fratura por fadiga cíclica e torcional.....	17
Tabela 2	– Capacidade de centralização de PDL.....	19
Tabela 3	– Área preparada.....	22
Tabela 4	– Quantidade de dentina removida.....	25
Tabela 5	– Tempo de instrumentação de PDL.....	27
Tabela 6	– Percentual de detritos gerados com PDL.....	29
Tabela 7	– Potencial de PDL na criação de microtrincas dentinárias.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVO	12
3	METODOLOGIA	13
4	RESULTADOS	14
4.1	Resistência à fratura	14
4.2	Transporte do canal e capacidade de centralização	17
4.3	Área preparada e capacidade de modelagem	20
4.4	Quantidade de dentina removida	24
4.5	Tempo de instrumentação	26
4.6	Percentual de detritos	28
4.7	Microtrincas dentinárias	30
5	DISCUSSÕES	32
5.1	Resistência à fratura	32
5.2	Transporte do canal e capacidade de centralização	33
5.3	Área preparada e capacidade de modelagem	34
5.4	Quantidade de dentina removida	35
5.5	Tempo de instrumentação	36
5.6	Percentual de detritos	38
5.7	Microtrincas dentinárias	38
6	CONCLUSÃO	40
	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

O preparo químico-mecânico constitui uma etapa essencial no tratamento endodôntico e visa manter ou restaurar a saúde dos tecidos periapicais por meio do controle da infecção intracanal. No entanto, um grande limitador do sucesso na terapia pulpar consiste na impossibilidade de se promover a erradicação completa dos microorganismos, em virtude da complexidade anatômica do sistema de canais radiculares (SCR), resistência bacteriana e presença de biofilmes extrarradiculares (Machado *et al.*, 2022).

A instrumentação biomecânica, até a década de 80, se desenvolvia com base apenas no uso de brocas e limas de aço inoxidável manuais, porém, devido ao alto módulo de elasticidade possuem, esses instrumentos manuais podem predispor a erros operatórios como transportes, degraus, zips e perfurações (Souza, 2019). Devido a tais limitações, novos instrumentos, cinemáticas e designs foram sendo desenvolvidos com o objetivo de minimizar o risco de acidentes e possibilitar tratamentos mais rápidos e confortáveis tanto para pacientes quanto para profissionais (Machado *et al.*, 2022).

A introdução das primeiras de limas de níquel-titânio (NiTi) em 1975 e a subsequente automatização da etapa de preparo radicular permitiram um grande avanço no tratamento endodôntico, já que, por apresentar baixo módulo de elasticidade, efeito memória de forma e superelasticidade, proporciona uma melhor centralização do preparo, reduzindo os desvios, principalmente em canais curvos (Iqbal *et al.*, 2004; De Albuquerque *et al.*, 2017; Gavini *et al.*, 2018; Siqueira *et al.*, 2019). As diversas ligas de NiTi no mercado se diferem entre si com relação ao comportamento, propriedades mecânicas, composição química e tratamento térmico/mecânico que recebem no processo de fabricação (Gavini *et al.*, 2018).

Segundo Siqueira *et al.* (2019), o instrumento ideal é aquele que apresenta a característica de manter o respeito à forma original do canal sem promover um desgaste excessivo da estrutura e enfraquecer o dente após o tratamento. O aumento de volume do canal e a área de superfície do canal tocada refletem a qualidade do sistema na etapa de preparo biomecânico. Ademais, a eficácia do preparo do canal radicular está diretamente relacionada à remoção da dentina contaminada, tendo em

vista a necessidade da redução da contagem de bactérias e eliminação de seus subprodutos e toxinas (Coelho *et al.*, 2016).

No mercado estão disponíveis mais de 160 sistemas de instrumentação automatizados com diferentes ligas de NiTi, tratadas termicamente ou não, com propriedades superelásticas (SE) e de memória de forma (SME), que funcionam em cinemática de rotação contínua ou alternativa, movimento cêntrico ou excêntrico. (Gavini *et al.*, 2018). Dentre os sistemas, ProDesign Logic (PDL) se destaca por ser um sistema de instrumentação mecanizada baseado no uso de limas de NiTi com tratamento térmico CM (controle de memória), fabricado por uma empresa 100% brasileira e aprovada pela ANVISA, e foi projetado especialmente com o objetivo de gerar um menor desgaste de dentina pericervical (Machado *et al.*, 2022). Além disso, tem um baixo custo relativo, e ainda com poucos estudos para avaliarem seu desempenho na etapa de preparo químico-mecânico.

PDL atua na cinemática de rotação contínua, com um instrumento de deslizamento com conicidade .01 (Coelho *et al.*, 2016). O tratamento térmico CM (controle de memória) consiste no controle sobre o efeito de memória de forma, o que possibilita que os instrumentos sejam pré-curvados. Como resultado, esse tratamento adiciona maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica e torcional aos instrumentos e capacidade de centralização no preparo de canais radiculares curvos (Machado *et al.*, 2022; Santos-Junior *et al.*, 2020; Gavini, *et al.*, 2018). Além disso, o sistema PDL é constituído de instrumentos especialmente projetados para realizar a patência - 25, 30, 35, 40, 45 e 50 - conicidade .01 - e 15 - conicidade .03 -; instrumentos de preparo - 25, 30, 35 e 40 - conicidade .03 e .05 - e instrumentos adicionais - 15 - conicidade .05 - e 25 - conicidades .04 e .06 (Machado *et al.*, 2022). A seção transversal depende da conicidade do instrumento: instrumentos com conicidade .01 possuem quatro arestas de corte, com conicidade .03, .05 e .06, dupla hélice, com conicidade .04, hélice tripla, e instrumentos 15.03 e 15.05 possuem seção quadrangular (Campos *et al.*, 2023).

Desse modo, devido ao grande número de sistemas de instrumentação atualmente disponíveis no mercado, cada um apresentando diferentes sequências compostas por instrumentos com vários designs, conicidades e funções diferentes, é importante que pesquisas sejam desenvolvidas para identificar as limitações e

indicações de cada um deles, para permitir que o clínico venha selecionar com maior segurança qual seja a opção mais apropriada para cada situação clínica que poderá enfrentar, o que possibilita maior versatilidade ao operador (Pinheiro *et al.*, 2018).

Assim, a presente revisão tem por objetivo avaliar o desempenho do sistema ProDesign Logic (PDL) na etapa de preparo do sistema de canais radiculares, a fim aumentar o nível de compreensão sobre a efetividade desse sistema e oferecer ao clínico que utiliza ou pretende utilizá-lo respostas para as questões relacionadas às suas indicações e limitações.

2 OBJETIVO

Avaliar o desempenho do sistema ProDesign Logic (PDL) no preparo químico-mecânico do sistema de canais radiculares, no que diz respeito à resistência do instrumento à fratura, área preparada, transporte do canal e capacidade de centralização, quantidade de dentina removida, tempo de instrumentação, percentual de detritos e criação de microtrincas dentinárias.

3 METODOLOGIA

A partir de estratégia de busca na base de dados MEDLINE/PubMed, com o uso dos descritores (“Prodesign Logic OR bassi logic”) AND (“fracture OR apical transportation OR centering ability OR unprepared area OR nonprepared area OR dentine removed OR cyclic fatigue OR shaping ability OR root canal preparation”), além de buscas manuais em revistas científicas, foram localizados 31 artigos, os quais foram, então, submetidos aos critérios de elegibilidade.

Foram incluídos na revisão estudos que avaliaram o sistema ProDesign Logic (PDL) em pelo menos um dos desfechos a seguir: i) resistência à fratura; ii) transporte do canal e capacidade de centralização; paredes não tocadas; iii) área preparada e capacidade de modelagem; iv) quantidade de dentina removida; v) tempo de instrumentação; vi) percentual de detritos; vii) microtrincas dentinárias. Foram excluídos desta pesquisa estudos em animais, cartas ao editor e revisões. O estudo não irá impor limite de período ou de língua.

Dois revisores (ACO, BCC) procederam à leitura dos 31 títulos e resumos para seleção dos estudos. Os artigos cujos títulos e/ou resumos preencheram os critérios de elegibilidade foram incluídos. Os estudos duplicados durante a busca na base de dados foram considerados apenas uma vez.

Com isso, foram excluídos 8 estudos por não se enquadrarem nos objetivos desta Revisão, os quais buscavam avaliar a influência da cinemática utilizada na capacidade de modelagem (Freitas *et al.*, 2021), descontaminação intracanal e extrusão bacteriana (Stringheta *et al.*, 2021, Cuellar *et al.*, 2020), pontas ultrassônicas como método auxiliar na instrumentação (Rivera-peña *et al.*, 2019), um novo cimento na obturação de canais achatados (Tavares *et al.*, 2021) e proteínas morfogenéticas ósseas e defeitos ósseos (Mussano *et al.*, 2007). Assim, foram mantidos 23 estudos para esta Revisão.

4 RESULTADOS

Dos 23 artigos incluídos no estudo, dez avaliaram a resistência de ProDesign Logic (PDL) à fratura, seis avaliaram o transporte do canal após o preparo e capacidade de centralização do instrumento, oito verificaram a quantidade de área preparada nos canais radiculares, cinco avaliaram a quantidade de dentina removida durante o preparo, cinco avaliaram o tempo médio de instrumentação com PDL, e quatro avaliaram o surgimento de microtrincas dentinárias após a instrumentação com PDL.

4.1 Resistência à fratura

Dos 23 artigos incluídos, dez estudos avaliaram o sistema ProDesign Logic (PDL) quanto à sua resistência à fratura (Tabela 1). Em um estudo observacional avaliando a ocorrência de fratura por meio de radiografias e prontuários, verificou-se que a incidência de fratura dos instrumentos desse sistema com dentistas especialistas foi relativamente alta, com taxa geral de fratura de 8,5% (Machado *et al.*, 2022). Nos estudos *in vitro*, verificou-se que PDL apresentou a melhor flexibilidade, o que garante segurança na etapa de preparo, e permitiu um preparo seguro dos canais, com alta resistência à flexão (De Moraes *et al.*, 2024; Coelho *et al.* 2016; Pinto *et al.*, 2021), e apresentou maiores números de ciclos até a fratura em comparação com ProDesign R, WaveOne Gold, iRace (De Menezes *et al.*, 2017; Cardoso *et al.*, 2019), porém menor valor comparado a XP-endo Shaper (Cardoso *et al.*, 2019). Em relação à fadiga cíclica, os instrumentos PDL obtiveram melhores resultados em comparação a MK Flat File, Trunatomy e instrumentos também da ProDesign Logic com o mesmo design, porém sem o tratamento térmico da lima em estudo (Só *et al.*, 2023; Do Nascimento *et al.*, 2023; Campos *et al.*, 2023). Quanto à fadiga torcional, PDL não diferiu de forma estatística significativa de Rotate quanto ao torque, mas apresentou menor capacidade de deflexão angular (De Moraes *et al.*, 2024).

Tabela 1 – Resistência de PDL à fratura por fadiga cíclica e torcional

Autor/ano	Objetivo	Metodologia	Método de avaliação	Resultado
Pinto <i>et al.</i> , 2021	Investigar o efeito do preparo apical adicional com a lima ProDesign Logic 50/.01 com diâmetro maior e conicidade mínima para retratamento de canais curvos	Pesquisa laboratorial com canais curvos preparados com PDL 25/.06. Após retratamento com ProDesign S (PDS) 25/.08, PDL 25/.06 e PDL 35/05, foi realizado procedimento complementar com PDL 50/.01	A resistência à fadiga cíclica foi avaliada em um dispositivo de aço inoxidável	PDL 50/.01 apresentou a maior resistência à fadiga cíclica. PDL 50/.01 apresentou alta resistência à flexão.
Coelho <i>et al.</i> , 2016	Avaliar o desempenho de Wave One, Easy ProDesign Logic e One Shape no preparo de canais longos e ovais	Pesquisa laboratorial com dentes humanos (incisivos inferiores)	Ocorrência ou não ocorrência de fratura de instrumento durante o preparo	Não houve fratura ou perda de comprimento de trabalho. Os sistemas permitiram o preparo seguro de canais longos e ovais.
Campos <i>et al.</i> , 2023	Comparar a fadiga cíclica de instrumentos tratados termicamente e não tratados da ProDesign Logic (PDL)	Pesquisa laboratorial em dispositivo de aço inoxidável	Instrumentos submetidos à fadiga cíclica por meio de rotações contínuas em um tubo de aço inoxidável	Instrumentos tratados foram 6,8 vezes mais resistentes (diferença estatística significativa).
Do Nascimento <i>et al.</i> , 2023	Avaliar a resistência à fadiga cíclica e torcional entre instrumentos de NiTi tratados termicamente rotatórios com diferentes design	Pesquisa laboratorial em dentes artificiais com TruNatomy (TN) 26/.04, BassiLogic (BL) 25/.05 e Flat Simple (FF) 25/.04	A fadiga cíclica foi calculada em segundos com base no número de ciclos até a fratura (NCF) padrão	BL 25/.05 e FF 25/.04 tiveram maior número de ciclos e tempo até a fratura. TN 26/.04 apresentaram o menor torque à fratura.

De Menezes <i>et al.</i> , 2017	Avaliar a resistência à fadiga cíclica das limas WaveOne Gold em movimento, ProDesign R em movimento recíprocante e ProDesign Logic em rotação contínua após glide path	Pesquisa laboratorial com dentes artificiais	O número de ciclos até a fratura (NCF) foi determinado em um dispositivo de aço inoxidável	A resistência à fadiga cíclica de ProDesign Logic foi superior à de Pro Design R e WaveOne Gold, porém sem diferença estatística significativa em comparação com ProDesign R.
Só <i>et al.</i> , 2023	Avaliar a resistência à fadiga cíclica e torcional de um novo instrumento de NiTi (Flat File 25/.04) no movimento contínuo recíprocante	Pesquisa laboratorial com dentes artificiais em canais artificiais em aço inoxidável com os sistemas ProDesign Logic2 25.03, ProDesign Logic2 25/.05 e Flat File 25/.04	Ensaio de fadiga cíclica em canal artificial em aço inoxidável. No ensaio de fadiga torcional, torque e ângulo de rotação na falha foram baseados no protocolo ISO 3630-1 (ponta da lima conectada a um motor elétrico e célula de carga)	Os instrumentos ProDesign Logic apresentaram maior fadiga cíclica do que Flat File 25/.04 em ambas as cinemáticas. O movimento recíprocante melhorou a fadiga cíclica dos instrumentos.
Cardoso <i>et al.</i> , 2019	Investigar a influência das temperaturas de 20 °C e 37 °C na resistência à fadiga cíclica de instrumentos com diferentes tratamentos térmicos (XP-endo Shaper 30.01, ProDesign Logic 30/.05 e iRaCe 30/.04)	Pesquisa laboratorial com dentes artificiais com canais curvos	Os instrumentos foram girados livremente até a fratura dentro de um canal artificial de aço inoxidável severamente curvo	PDL apresentou maiores valores de NCF e tempo até a falha que iRace, porém menores valores que XP-endo Shaper a 20 °C e 37 °C. Quanto ao comprimento do fragmento gerado, PDL apresentou menores comprimentos.

Machado <i>et al.</i> , 2022	Analisar a incidência de fratura dos instrumentos do sistema ProDesign Logic (PDL) com especialistas e grupo dentário, arcada e 1/3 do canal.	Estudo retrospectivo observacional	Coleta de dados em radiografias digitais e prontuários	A incidência de fratura com PDL foi relativamente alta. As taxas de fratura foram de 8,5 considerando o número total de dentes.
De Moraes <i>et al.</i> , 2024	Analisar propriedades mecânicas dos sistemas rotatórios de NiTi Rotate 25/.04 da VDW (GR) e ProDesign Logic 25/.04 (PDL)	Avaliação <i>in vitro</i> : máquina de ensaios universal (resistência à flexão) e torquímetro (resistência torcional: torque e deflexão angular)	Avaliação com microscopia eletrônica de varredura (MEV)	PDL apresentou melhor flexibilidade, GR, maior capacidade de deflexão angular. Sem diferença estatística entre PDL e GR quanto ao torque necessário à fratura.
Do Nascimento <i>et al.</i> , 2023	Avaliar a resistência à fadiga cíclica e torcional entre limas rotatórias de NiTi tratadas termicamente com diferentes design	Pesquisa laboratorial em dentes artificiais preparados com TruNatomy 26.04 (TN), ProDesign Logic 25/.05 (PDL) e Flat Simple 25/.04 (FF)	A fadiga cíclica foi avaliada com base no número de ciclos até a fratura, e a fadiga torcional, segundo a norma ISO 3630-1 padrão	PDL e FF apresentaram maior resistência à fadiga cíclica e torcional comparado a TN.

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

4.2 Transporte do canal e capacidade de centralização

Dos 23 estudos incluídos, dez trabalhos avaliaram o transporte do canal e capacidade de centralização do sistema ProDesign Logic (PDL), conforme mostrado na Tabela 2. Pivoto-João *et al.* (2020) relataram que PDL foi capaz de promover preparos centralizados em canais curvos *in vitro*. Barasuol *et al.* (2021), verificaram que PDL 25 gerou menos transporte do canal em comparação com Limas K 15-40 e Reciproc (R25) e resultados semelhantes a Protaper Next (PTN), WaveOne Gold (WOG), Vortex Blue (VTX), ProTaper Gold (PTG), ProDesign S (PDS), Hyflex CM

(HCM), Hyflex EDM e ProDesign R (PDR; De Albuquerque *et al.*, 2017; Pinheiro *et al.*, 2018; Pivoto-João *et al.*, 2020; Pinto *et al.*, 2019; Augusto *et al.*, 2020).

Desses dez estudos, dois deles averiguaram essa relação entre terços radiculares. De Albuquerque *et al.* (2017) e Pinheiro *et al.* (2018) relataram que PDL apresentou resultados divergentes para a quantidade de transporte do canal com base no terço avaliado. No entanto, enquanto De Albuquerque *et al.* (2017), associou PDL com o pior desempenho no terço coronal, Pinheiro *et al.* (2018), relataram a obtenção de preparos mais centrados nessa mesma região.

Tabela 2 – Capacidade de centralização de PDL

Autor e ano	Objetivo	Metodologia	Método de avaliação	Resultado
Barasuol <i>et al.</i> , 2021	Comparar com micro-CT o transporte do canal em molares decíduos usando limas K, ProDesign Logic e Reciproc	Pesquisa laboratorial com dentes decíduos	Avaliação com micro-CT antes e após a instrumentação	PDL demonstrou bons resultados e a maior capacidade de centralização nos terços médio e apical. Não houve diferença significativa no terço coronal.
De Albuquerque <i>et al.</i> , 2017	Avaliar o transporte do canal radicular e a capacidade de centralização com sistemas rotatórios e reciprocantes Protaper Next (PTN), Wave One Gold (WOG), Pro Design Logic (PDL), Vortex Blue (VB)	Pesquisa laboratorial com dentes humanos	Imagens obtidas com micro CT no pré e pós-operatório	Não houve diferenças significativas entre os grupos a 6 mm ou 9 mm do ápice. Houve diferença significativa nos terços apical e coronal. PDL apresentou a melhor capacidade no terço apical e a pior no terço coronal.
Pinheiro <i>et al.</i> , 2018	Avaliar o transporte apical com ProTaper Gold (PTG), ProDesign S (PDS), Hyflex CM (HCM), Hyflex EDM, ProDesign Logic (PDL)	Pesquisa laboratorial com dentes humanos em primeiros molares inferiores com dois canais separados na raiz mesial	Dentes escaneados por microCT antes e após o preparo	Todos criaram transporte apical, sem diferença significativa entre os sistemas rotatórios ou tratados termicamente. Na região cervical, PDL e HCM geraram preparos mais centralizados.

Pivoto-João <i>et al.</i> , 2020	Avaliar o preparo do canal radicular e o alargamento apical de canais curvos usando sistemas rotatórios tratados termicamente e tratados termicamente/superfície	Pesquisa laboratorial com dentes humanos, com ProDesign Logic (PDL) 25/.01 e 25/.06, HyFlex EDM (HFEDM) 10/.05 ou HyFlex CM 20/.04, seguido de alargamento apical com PDL 40/.05 ou HFEDM 40/.04	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após o alargamento apical	Ambos os sistemas promoveram preparos centralizados.
Pinto <i>et al.</i> , 2019	Avaliar o preparo do canal radicular e o alargamento apical de canais radiculares de molares com instrumentos rotatórios ou reciprocantes de níquel-titânio (NiTi) tratados termicamente	Pesquisa laboratorial com dentes humanos em canais curvos, com ProDesign Logic (PDL) 25/.01 e 25/.06 em movimento rotatório, ou ProDesign R (PDR) 25/.06 em movimento recíprocante. O alargamento foi realizado com PDL35/.01 e PDL35/.05 ou PDR35/.05.	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após o alargamento apical	Não houve diferença estatística significativa entre os sistemas quanto ao transporte do canal e capacidade de centralização.
Augusto <i>et al.</i> , 2020	Avaliar a influência dos acessos ultraconservador e tradicional, conicidade .03 ou .05 e diâmetros 25 ou 40 na capacidade de modelagem	Pesquisa laboratorial com dentes humanos utilizando os sistemas Bassi Logic com conicidade .03 ou .05 e diâmetros de ponta 25 ou 40	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após o alargamento apical	Não houve diferença significativa no transporte do canal e capacidade de centralização entre os grupos testados.

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

4.3 Área preparada dos canais radiculares

No que tange à área preparada, oito estudos dentre os 23 artigos incluídos avaliaram o desempenho de PDL (Tabela 3). Altas porcentagens de área não preparada foram descritas com o uso do instrumento PDL em canais achatados, com apenas 62,3% de área preparada no terço médio (Tavares *et al.*, 2021; Coelho *et al.*, 2016). PDL produziu o melhor resultado em comparação com ProDesign R (Pinto *et al.*, 2019), resultados semelhantes a Reciproc Blue 40/.06, ProTaper Next, WaveOne Gold e Hyflex EDM 10/.05 e 25/.08 (Santos-Junior *et al.*, 2020; Stringheta *et al.*, 2019; Pivoto-João *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2021) e resultados inferiores a WaveOne Primary 25/.08, One Shape 25/.06, XP-endo Shaper e Reciproc (Coelho *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2020). Ademais, Stringheta *et al.* (2019) descreveram que PDL obteve resultados inferiores a Protaper Next e WaveOne Gold quanto à possibilidade de obtenção de preparos mais arredondados.

Quatro estudos que relacionaram o efeito do preparo complementar com ponta ultrassônica Flatsonic e alargamento apical com instrumentos PDL 40/.05 demonstraram que ambos os protocolos propiciaram uma redução na porcentagem de área do canal não preparada após instrumentação convencional com o sistema PDL (Santos-Junior *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2021; Pivoto-João *et al.*, 2020; Pinto *et al.*, 2019).

Tabela 3 – Área preparada com o sistema PDL

Autor/ano	Objetivo	Metodologia	Método de avaliação	Resultado
Pivoto-João <i>et al.</i> , 2020	Avaliar o preparo e o alargamento apical de canais curvos com sistemas rotatórios tratados termicamente e tratados termicamente/superfície	Pesquisa laboratorial com dentes humanos preparados com PDL 25/.01 e 25/.06, HyFlex EDM (HFEDM) 10/.05, HyFlex CM 20/.04, seguido de alargamento apical com PDL 40/.05 ou HFEDM 40/.04	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após o alargamento apical	Resultado semelhante entre HFEDM e PDL após o preparo e o alargamento apical. O alargamento diminuiu significativamente e a superfície preparada para ambos.
Lima <i>et al.</i> , 2020	Avaliar o sistema de conicidade reduzida PDL .03 e o sistema expansível tratado termicamente (XP-endo Shaper) na capacidade de modelagem	Pesquisa laboratorial com dentes naturais com Bassi Logic 25/.03 e 40/.03, Reciproc 25/.08 e 40/.06 ou XP-endo Shaper, todos os canais radiculares foram preparados com XP-endo Shaper 30/.04.	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo	PDL 0.3 foi associado a uma maior porcentagem de área preparada comparado a XP-endo Shaper e Reciproc, mas não houve diferenças entre XP-endo Shaper e Reciproc.
Pinto <i>et al.</i> , 2019	Avaliar o preparo do canal radicular e o alargamento apical de canais radiculares com instrumentos rotatórios ou reciprocantes de NiTi tratados termicamente	Pesquisa laboratorial com dentes humanos em canais curvos, com PDL 25/.01 e 25/.06 em movimento rotatório ou ProDesign R (PDR) 25/.06 em movimento reciprocante. O alargamento apical foi realizado com PDL35/.01 e PDL35/.05 ou PDR35/.05	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo	No preparo, PDL promoveu maior aumento de volume apical e menor percentual de superfície intacta do que PDR 25/.06. No alargamento apical, não houve diferença no percentual de superfície intacta.
Stringheta <i>et al.</i> , 2019	Comparar a capacidade de modelagem de quatro sistemas de instrumentação em canais radiculares de molares curvos	Pesquisa laboratorial com dentes humanos com canais curvos preparados com Reciproc, ProTaper Next, WaveOne Gold e ProDesign Logic	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo	Não houve diferença significativa entre os sistemas quanto à área de superfície não preparada.

Santos-Junior <i>et al.</i> , 2020	Avaliar o preparo de canais achatados com instrumentos reciprocantes ou rotatórios de NiTi associados a um preparo complementar com a ponta ultrassônica Flatsonic	Pesquisa laboratorial com dentes humanos em canais preparados com Reciproc Blue (RB) 40/.06 em movimento reciprocante ou ProDesign Logic (PDL) 40/.01 e 40/.05 em movimento rotatório. Em seguida, foi realizado preparo complementar com ponta ultrassônica Flatsonic	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo	O preparo com RB ou PDL produziu alta porcentagem de área intacta, sem diferença estatística. Flatsonic diminuiu a área intacta em todos os terços após o preparo com PDL e nos terços cervical e médio após o preparo com RB.
Coelho <i>et al.</i> , 2016	Avaliar o desempenho dos sistemas Wave One, Easy ProDesign Logic e One Shape no preparo de canais radiculares longos e ovais	Pesquisa laboratorial com dentes humanos preparados com Wave One Primary (WO) 25/.08 no movimento reciprocante ou ProDesign Logic (PDL) 25/.06 ou One Shape (OS) 25/.06 no movimento rotatório contínuo	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo	Gerou alta porcentagem de áreas não tocadas, porém, devido à falta de padronização quanto ao tamanho, conicidade, movimento e tratamento de superfície das limas, houve divergência nos resultados.
Augusto <i>et al.</i> , 2020	Avaliar a influência do acesso endodôntico ultraconservador (UEC) e instrumentos com conicidade .03 ou .05 e diâmetros de ponta 25 ou 40 na capacidade de modelagem e resistência à fratura em comparação com acesso tradicional (TEC)	Pesquisa laboratorial com dentes humanos (molares inferiores) utilizando os sistemas Bassi Logic com conicidades .03 ou .05 e tamanhos 25 ou 40 e cavidades de acesso ultraconservadoras ou tradicionais	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo	Não houve diferença significativa na porcentagem de área preparada entre os grupos UEC e TEC ou as conicidades .03 e .05. Houve porcentagem significativamente menor de área intacta com o diâmetro de ponta 40 comparado ao 25.

Tavares <i>et al.</i> , 2021	Avaliar dois sistemas rotatórios de NiTi e um protocolo complementar com ponta ultrassônica e instrumento de pequeno diâmetro em canais achatados.	Pesquisa laboratorial com dentes humanos preparados com PDL 30/.01 e 30/.05 ou Hyflex EDM (HEDM) 10/.05 e 25/.08, seguido de aplicação da ponta ultrassônica Flatsonic nos terços cervical e médio e uma lima PDL 25/.03 no apical (FPDL)	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após a implementação do protocolo complementar com ponta ultrassônica	Alta porcentagem de área não preparada foi observado após o preparo, sem diferença significativa entre eles. O protocolo FPDL reduziu a área não preparada para PDL e HEDM.
------------------------------	--	---	---	---

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

4.4 Quantidade de dentina removida

Cinco estudos propuseram avaliar a quantidade de dentina removida entre os 23 artigos selecionados para esta revisão, conforme indica a Tabela 4. A quantidade de dentina removida com PDL variou entre os terços avaliados, pois o sistema causou maior desgaste no terço coronal (9 mm), diminuindo no apical (3 mm), o que também se repetiu para os demais sistemas avaliados (Protaper Next PTN, Wave One Gold WOG e Vortex Blue VTX).

PDL apresentou o melhor resultado (menos desgaste de dentina) para o terço apical em comparação com Protaper Next PTN, Wave One Gold WOG e Vortex Blue VTX e limas K (De Albuquerque *et al.*, 2017; Barasuol *et al.*, 2021). Por outro lado, não associou diferença estatística significativa quando comparado a Reciproc, ProTaper Next, WaveOne Gold e XP-endo Shaper (Lima *et al.*, 2020; Stringheta *et al.*, 2019).

Tabela 4 – Quantidade de dentina removida com PDL

Autor/ano	Objetivo	Metodologia	Método de avaliação	Resultado
Barasuol <i>et al.</i> , 2021	Comparar o transporte do canal e a remoção da dentina com limas K, ProDesign Logic (PDL) e Reciproc (RB)	Pesquisa laboratorial com dentes decíduos, preparados com Limas K 15-40, PDL 25 e RB (R25), com um único operador treinado	Imagens obtidas com micro CT antes e depois do preparo	PDL e RB removeram menos dentina no lado oposto da curvatura radicular no terço apical em comparação com limas K.
De Albuquerque <i>et al.</i> , 2017	Avaliar e comparar o transporte do canal radicular, a capacidade de centralização e a quantidade de dentina removida com diferentes sistemas rotatórios e reciprocantes	Estudo laboratorial em dentes humanos com canais mesiais curvos, preparados com Protaper Next (PTN), WaveOne Gold (WOG), Pro Design Logic (LOG) ou Vortex Blue (VTX)	Imagens obtidas com micro CT no pré e pós-operatório	Todos provocaram maior desgaste no terço coronal (9 mm), diminuindo no apical (3 mm), com diferenças estatísticas a cada terço. PDL removeu menos dentina no terço apical (3 mm).
Lima <i>et al.</i> , 2020	Avaliar o sistema de conicidade reduzida Bassi Logic .03 e sistema expansível tratado termicamente (XP-endo Shaper) na capacidade de modelagem	Pesquisa laboratorial com dentes naturais com Bassi Logic 25/.03 e 40/.03, Reciproc 25/.08 e 40/.06 ou XP-endo Shaper, todos os canais foram preparados com XP-endo Shaper 30/.04	Imagens obtidas com micro CT no pré e pós-operatório	Não houve diferença significativa na porcentagem de dentina removida entre os grupos para canais mesiais e distais.
Stringheta <i>et al.</i> , 2019	Comparar o percentual de dentina removida com o quatro sistemas de instrumentação em canais curvos	Pesquisa laboratorial com dentes humanos, preparados com Reciproc, ProTaper Next, WaveOne Gold ou ProDesign Logic	Imagens obtidas com micro CT no pré e pós-operatório	Não houve diferença significativa entre os sistemas quanto à quantidade de dentina removida.

Augusto <i>et al.</i> , 2020	Avaliar a influência do acesso ultraconservador ou tradicional, conicidades .03 ou .05 e diâmetros 25 ou 40 na porcentagem de dentina removida	Pesquisa laboratorial com dentes humanos com os sistemas Bassi Logic com conicidades .03 ou .05 e diâmetros de ponta 25 ou 40 e cavidades de acesso ultraconservadoras ou tradicionais	Imagens obtidas com micro CT no pré e pós-operatório	Não houve diferença significativa entre os acessos ou conicidades. Nas preparações apicais, o diâmetro 40 removeu significativamente mais dentina do que o 25.
------------------------------	--	--	--	--

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

4.5 Tempo de instrumentação

O tempo de instrumentação com o sistema PDL foi avaliado em cinco estudos do total dos 23 artigos incluídos na presente revisão (Tabela 5). PDL foi mais rápido do que as limas manuais na etapa de preparo químico-mecânico em cerca de 6 minutos (Barasuol *et al.*, 2021; Barasuol *et al.*, 2021) e apresentou resultados superiores comparado aos sistemas Wave One Primary, One Shape, WaveOne Gold e ProDesign R (Coelho *et al.*, 2016; De Menezes *et al.*, 2017). No entanto, houve um estudo demonstrando piores resultados para PDL em comparação com o sistema recíprocante ProDesign R 25.06 (PDR; Pinto *et al.*, 2019).

Tabela 5 – Tempo de instrumentação de PDL

Autor/ano	Objetivo	Metodologia	Método de avaliação	Resultados
De Menezes <i>et al.</i> , 2017	Avaliar o tempo de preparo com WaveOne Gold (WOG) e ProDesign R (PDR) em movimento recíprocante e ProDesign Logic (PDL) em rotação contínua após glide path.	Pesquisa laboratorial com dentes artificiais	O tempo de instrumentação foi registrado por um cronômetro digital por um único operador.	O tempo de instrumentação com PDL foi significativamente menor comparado às demais limas em movimento recíprocante.
Barasuol <i>et al.</i> , 2021	Medir o tempo de instrumentação em molares decíduos usando limas K, ProDesign Logic e Reciproc	Pesquisa laboratorial com dentes decíduos, preparados com Limas K 15-40, ProDesign Logic 25 e Reciproc (R25), com um único operador	O tempo foi medido com auxílio de cronômetro, começando com a primeira lima até a finalização do preparo com a irrigação com hipoclorito	O tempo de instrumentação foi melhor com PDL (1.15 min) e Reciproc (1.46 min) do que com limas K (3.98 min). PDL exigiu menos tempo.
Pinto <i>et al.</i> , 2019	Avaliar o preparo do canal radicular e o alargamento apical de canais radiculares de molares com instrumentos rotatórios ou recíprocantes de NiTi tratados termicamente	Pesquisa laboratorial em dentes humanos com canais curvos preparados com PDL 25/.01 e 25/.06 em movimento rotatório, ou ProDesign R (PDR) 25/.06 em movimento recíprocante. Alargamento apical com PDL35/.01 e PDL35/.05 ou PDR35/.05	O tempo de preparo foi registrado por meio de cronômetro, sem considerar o tempo de irrigação.	PLD (sistema rotatório) necessitou de mais tempo para realizar o preparo e alargamento apical do que PDR (sistema recíprocante).

Coelho <i>et al.</i> , 2016	Avaliar o desempenho dos sistemas Wave One (WO), ProDesign Logic (PDL) e One Shape (OS) no preparo de canais longos e ovais	Pesquisa laboratorial com incisivos preparados com WO 25.08 no movimento reciprocante ou PDL 25/.06 ou OS 25/.06 no movimento rotatório	O tempo de preparo incluiu instrumentação ativa, tempo de irrigação e manutenção da patência	PDL foi significativamente mais rápido que OS e WO.
Barasuol <i>et al.</i> , 2021	Comparar limas manuais e rotatórias quanto ao tempo de preparo químico-mecânico	Estudo observacional (dados secundários de um ensaio clínico)	A contagem começou com a primeira irrigação e até a última irrigação com hipoclorito de sódio para ambos os grupos.	O tempo médio de preparo com limas manuais foi de 24,5 minutos e com limas rotatórias foi de 17,0 minutos.

Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

4.6 Percentual de detritos

Quatro estudos avaliaram o percentual de detritos gerado após o uso do sistema PDL no preparo de canais radiculares (Tabela 6). Foi relacionada uma alta porcentagem de detritos como resultado da instrumentação com a PDL (Santos-Junior *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2021). PDL apresentou melhores resultados quando comparado a ProDesign R na etapa de preparo (Pinto *et al.*, 2019) e resultados semelhantes a HyFlex EDM e Reciproc Blue 40/.06, em movimento reciprocante (Pivoto-João *et al.*, 2020; Santos-Junior *et al.*, 2020). No entanto, em relação a HyFlex EDM, Tavares *et al.* (2021), encontraram resultados discordantes, demonstrando piores resultados para PDL.

Para avaliar a influência do protocolo de alargamento apical após a etapa de preparo na quantidade de detritos, dois estudos avaliando essa relação concluíram que a implementação desse protocolo repercutiu em uma redução no percentual de detritos gerados (Pivoto-João *et al.*, 2020; Pinto *et al.*, 2019).

Tabela 6 – Percentual de detritos gerados com PDL

Autor/ano	Objetivo	Metodologia	Método de avaliação	Resultado
Pivoto-João <i>et al.</i> , 2020	Avaliar o preparo do canal radicular e o alargamento apical de canais curvos usando sistemas rotatórios tratados termicamente e tratados termicamente/superfície	Pesquisa laboratorial com dentes humanos com canais curvos preparados com ProDesign Logic (PDL) 25/.01 e 25/.06, HyFlex EDM (HFEDM) 10/.05 ou HyFlex CM 20/.04, seguido de alargamento apical com PDL 40/.05 ou HFEDM 40/.04	Imagens obtidas com micro CT no pré e pós-operatório e após o alargamento apical	A porcentagem de detritos foi semelhante entre HFEDM e PDL após o preparo e após o alargamento apical. O alargamento apical promoveu diminuição significativa de detritos em ambos os grupos.
Pinto <i>et al.</i> , 2019	Avaliar o preparo do canal radicular e o alargamento apical de canais radiculares de molares com instrumentos rotatórios ou reciprocantes de NiTi tratados termicamente	Pesquisa laboratorial em dentes humanos com canais curvos, preparados com PDL 25/.01 e .06 em movimento rotatório, ou ProDesign R (PDR) 25/.06 em movimento recíprocante (PDR). O alargamento foi realizado com PDL35/.01 e PDL35/.05 ou PDR35/.05	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após o alargamento apical	PDL promoveu menor percentual de detritos. No alargamento, PDR 35/.05 e PDL 35/.05 não diferiram. O alargamento 35/.05 com instrumentos de tratamento térmico CM em movimento recíprocante e rotatório reduziu a porcentagem de detritos.
Santos-Junior <i>et al.</i> , 2020	Avaliar o preparo de canais achatados com instrumentos reciprocantes ou rotatórios de NiTi associados à ponta ultrassônica Flatsonic	Pesquisa laboratorial em dentes humanos com canais achatados, preparados com Reciproc Blue (RB) 40/.06 em movimento recíprocante ou PDL 40/.01 e	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após a implementação do preparo complementar com a ponta ultrassônica Flatsonic	RB e PDL produziram alta porcentagem de detritos, sem diferença estatística. PDL promoveu menor percentual no terço cervical em comparação ao RB.

		40/.05 em movimento rotatório. Após o preparo, foi realizado o preparo complementar com ponta ultrassônica Flatsonic		Flatsonic diminuiu o percentual após o preparo com PDL em todos os terços e apenas no terço cervical após o preparo com RB.
Tavares <i>et al.</i> , 2021	Avaliar dois sistemas rotatórios de NiTi e um protocolo complementar com ponta ultrassônica Flatsonic e instrumento de pequeno diâmetro em canais radiculares achatados.	Pesquisa laboratorial em dentes humanos com canais achatados, preparados por PDL 30/.01 e 30/.05 ou Hyflex EDM (HEDM) 10/.05 e 25/.08, seguido de aplicação da ponta ultrassônica Flatsonic nos terços cervical e médio e da lima PDL 25/.03 no apical (FPDL)	Imagens obtidas com micro-CT antes e após o preparo e após a implementação do preparo complementar com a ponta ultrassônica Flatsonic	Altas porcentagens de detritos foram observadas. PDL apresentou maior percentual de detritos que o HEDM nos terços médio e apical. O protocolo FPDL resultou em menos detritos após o preparo com PDL e HEDM.

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

4.7 Microtrincas dentinárias

Dois estudos dentre os 23 artigos incluídos avaliaram a relação entre o uso de PDL e a criação de microtrincas dentinárias após o preparo químico-mecânico (Tabela 7). Stringheta *et al.* (2017), por meio de micro-CT, concluíram que PDL não está relacionado ao surgimento de defeitos dentinários. Porém, Pinto *et al.* (2021), relataram o desenvolvimento de microtrincas com PDL, no entanto, o sistema apresentou menor percentual comparado a HyFlex EDM no terço médio.

Tabela 7 – Potencial de PDL na geração de microtrincas dentinárias

Stringhe <i>et al.</i> , 2017	Comparar os métodos de micro-CT e corte transversal seguido de estereomicroscopia na avaliação de defeitos dentinários após instrumentação com diferentes sistemas mecanizados.	Pesquisa laboratorial em dentes humanos preparados com Reciproc, ProTaper Next, WaveOne Gold e PDL. Após a instrumentação, as raízes foram submetidas à micro CT e avaliadas sob estereomicroscópio	Microtomografia computadorizada e corte transversal seguido de estereomicroscopia com estereomicroscópio	Não houve diferença significativa entre os sistemas, seja para micro-CT seja estereomicroscopia. Todos os defeitos, identificados com estereomicroscopia, já estavam presentes antes da instrumentação.
Pinto <i>et al.</i> , 2021	Avaliar a influência do tamanho do voxel da micro-CT na detecção de microtrincas dentinárias após o preparo do canal radicular usando limas rotatórias de NiTi tratadas termicamente.	Pesquisa laboratorial com dentes humanos preparados com ProDesign Logic 30/.05 (PDL) ou HyFlex EDM 25/.08 (HEDM). A porcentagem de microtrincas foi avaliada em imagens com tamanho de voxel de 5, 10 e 20 μm	Imagens obtidas com micro-CT com tamanho de voxel de 5, 10 e 20 μm	Com o tamanho de voxel de 5 μm , foi possível verificar que HyFlex EDM causou o desenvolvimento de ainda mais microtrincas no terço médio.

Fonte: Elaborada pelo autor (2024).

5 DISCUSSÕES

5.1 Resistência do instrumento à fratura

A fratura de lima no interior do canal representa uma importante causa de insucesso na terapia pulpar e dor pós-operatória, pois impede a limpeza adequada do conduto e favorece a permanência de micro-organismos e persistência da infecção. Por conta disso, os instrumentos devem apresentar uma resistência apropriada para suportar as tensões geradas ao cortar as paredes de dentina sem fraturarem dentro do canal (Garrocho-rangel *et al.*, 2021).

A Lima ProDesign Logic (PDL) apresentou alta incidência de fratura com especialistas (Machado *et al.*, 2022) e menor resistência do que XP-endo Shaper (Cardoso *et al.*, 2019). Além disso, PDL no movimento de rotação contínua apresentou maior fadiga cíclica que Flat File no movimento recíprocante. No entanto, na contramão desses resultados, outros estudos relataram que PDL proporciona segurança para o preparo de canais radiculares longos e ovais e apresentou maior resistência em comparação com os instrumentos ProDesign R, WaveOne Gold e iRace (Coelho *et al.*, 2016; De Menezes *et al.*, 2017; Cardoso *et al.*, 2019; Pinto *et al.*, 2021).

Dentre os fatores associados à resistência dos instrumentos PDL, interferem no comportamento mecânico do sistema os seguintes itens: temperatura corporal e tratamento térmico, já que a temperatura corporal produziu diminuição significativa da resistência à fadiga cíclica de PDL em comparação à temperatura de 20° (Cardoso *et al.*, 2019) e que o instrumento PDL com tratamento térmico foi 6,8 vezes mais resistente do que o instrumento com o mesmo design sem o tratamento (Campos *et al.*, 2023).

Em relação à cinemática, foi observado que, em comparação com Flat File 25.04 no movimento recíprocante, ProDesign Logic2 no movimento de rotação contínua foi menos resistente à fratura por fadiga cíclica devido à cinemática de trabalho (Só *et al.*, 2023), o que se encontra em conformidade com achados na Literatura que indicam que o movimento recíprocante propicia um alívio da tensão no instrumento através de movimentos no sentido anti-horário (ação de corte) e no

sentido horário (liberação do instrumento), aumentando a resistência do instrumento à fratura (Biasillo *et al.*, 2022; Gavini *et al.*, 2018). Todavia, é observado que, em muitos casos de fratura, as limas podem ser contornadas e até mesmo mantidas dentro do canal sem comprometer os resultados da terapia endodôntica (Coelho; de Azevedo Rios; da Silveira Bueno, 2018).

Já no que tange à influência do tipo de cavidades de acesso endodôntico utilizado, Augusto *et al.* (2020), demonstraram que o acesso ultraconservador não oferece qualquer vantagem para a resistência à fratura em comparação com o acesso tradicional.

5.2 Transporte do canal e capacidade de centralização

O transporte apical do canal prejudica a completa descontaminação do sistema de canais e impede o correto selamento do mesmo, pois permite a permanência de micro-organismos e restos de tecido no interior do canal (Wu *et al.* 2000). Ademais, o transporte ocorre em função de um desgaste excessivo de dentina das paredes do canal e, dessa forma, denuncia um maior risco para a formação de lacunas e para a ocorrência de perfuração radicular (Peters, 2004).

A liga NiTi apresenta as propriedades de superelasticidade e efeitos de memória de forma, o que evita a modificação da trajetória original do canal e reproduz um formato cônico do canal radicular (Biasillo *et al.*, 2022; Gavini *et al.*, 2018). O tratamento CM Wire incorporado às limas PDL visa, exatamente, prevenir a remoção excessiva de dentina e, com isso, propicia a obtenção de preparos mais centralizados (Menezes *et al.* 2017; Pinheiro *et al.* 2018). Em função disso, PDL está associado com a obtenção de canais centralizados (Pivoto *et al.*, 2020).

Isso pode ser verificado em estudos que retratam a maior capacidade de centralização de PDL em comparação com Limas K 15-40 e Reciproc (R25) (Barasuol *et al.*, 2021), além de capacidade semelhante a Protaper Next, Wave One Gold, Vortex Blue, ProTaper Gold, ProDesign S, Hyflex CM, Hyflex EDM e ProDesign R (De Albuquerque *et al.*, 2017; Pinheiro *et al.*, 2018; Pivoto-João *et al.*, 2020). PDL e o Reciproc podem apresentar conicidades maiores como .06 mm e .08 mm, respectivamente, e essa maior conicidade tem sido associada a um maior desgaste de dentina e transporte do canal (Barasuol *et al.*, 2021).

Instrumentos com maior conicidade devem ser associados com outros de menor conicidade e, portanto, mais flexíveis, para minimizar o desvio da trajetória dos canais (Chaves *et al.*, 2019). No entanto, Augusto *et al.* (2020), não identificaram o fator conicidade do instrumento como responsável por modificar a capacidade de centralização dos sistemas endodônticos.

Na análise do transporte do canal em relação aos terços radiculares, PDL apresentou a melhor capacidade de centralização no terço apical e a pior no terço coronal comparado a WaveOne Gold, Vortex Blue e ProTaper Next (De Albuquerque *et al.*, 2017), mas foi associado a preparos mais centralizados nessa mesma região junto ao sistema Hyflex CM em outro estudo avaliando os sistemas ProTaper Gold (PTG), ProDesign S (PDS), Hyflex CM (HCM) e Hyflex EDM (Pinheiro *et al.*, 2018).

No presente estudo, não foi possível relacionar a cinemática utilizada (rotatória ou reciprocante), tipo de acesso endodôntico empregado (tradicional e ultraconservador), conicidade do instrumento (.03 e .05) e tratamento térmico com a capacidade de centralização do preparo (Pinto *et al.*, 2019; Augusto *et al.*, 2020; Pivoto-João *et al.*, 2020). Todavia, com relação ao movimento realizado pelo instrumento, é importante ressaltar que outros estudos divergem desses resultados ao atribuírem ao sistema reciprocante uma melhor capacidade de centralização comparado à rotação contínua (Navós *et al.*, 2016; Jain *et al.*, 2016; Elashiry *et al.*, 2020).

5.3 Área preparada

A instrumentação do canal pode resultar em grandes áreas não preparadas, que são regiões que os micro-organismos tendem a colonizar, o que limita a possibilidade de sucesso no tratamento endodôntico executado (Nagendrababu; Aly Ahmed, 2019). Desse modo, é desejável que o instrumento utilizado possibilite um percentual reduzido de área preparada.

PDL foi associado a altas porcentagens de área não preparada (Tavares *et al.*, 2021) e apresentou o pior resultado quando comparada a WaveOne Primary 25/.08, One Shape 25/.06, XP-endo Shaper (Coelho *et al.*, 2016; Lima *et al.*, 2020), devido à conicidade reduzida, embora a Literatura demonstre que o fator conicidade não exerce influência estatística significativa nesse quesito (Zarei *et al.*, 2016; Plotino *et al.*, 2019),

o que, por outro lado, pode se dever às dissimilaridades na metodologia de avaliação desse fator, isto é, a utilização de micro-CT (avaliação tridimensional) ou de microscopia eletrônica de varredura (MEV), considerada uma análise subjetiva e operador-dependente (Lima *et al.*, 2020; Hülsmann *et al.*, 2005). Ademais, PDL apresentou uma maior dificuldade para a obtenção de preparos mais circulares (Stringheta *et al.*, 2019).

Todavia, resultados divergentes foram encontrados em outros estudos demonstrando que PDL apresentou capacidade semelhante em comparação com Reciproc Blue 40/.06, ProTaper Next, WaveOne Gold e Hyflex EDM 10/.05 e 25/0,08 (Santos-Junior *et al.*, 2020; Stringheta *et al.*, 2019; Pivoto-João *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2021) e o menor percentual de superfície intacta quando comparada a sistema reciprocante ProDesign R, possivelmente devido ao instrumento PDL 25.01 para glide path (Pinto *et al.*, 2019), o que enfatiza a necessidade de padronização dos sistemas quanto à conicidade, tamanho, cinemática de trabalho e tratamento de superfície para a possibilidade de uma avaliação mais clara e precisa da área de superfície tocada e não tocada em estudos futuros.

Em relação ao tipo de cavidade de acesso (ultraconservador ou tradicional), não foi possível determinar o efeito desse fator na quantidade de paredes preparadas (Augusto *et al.*, 2022). Em contrapartida, considerando o tamanho do instrumento utilizado, é observado que instrumentos de maior tamanho possibilitam uma porcentagem significativamente menor de área intacta (Augusto *et al.*, 2022; Pivoto-João *et al.*, 2020).

A despeito disso, porém, vale ressaltar que é possível aumentar o percentual de área preparada através da utilização de um protocolo de preparo complementar com a ponta ultrassônica Flatsonic (Santos-Junior *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2021), bem como por meio do uso do protocolo de alargamento apical até o tamanho 40 após o preparo com o instrumento PDL 40/.05, como mostram Pivoto-João *et al.* (2020) e Pinto *et al.* (2019).

5.4 Quantidade de dentina removida

O instrumento ideal para a etapa de preparo químico-mecânico deve ser capaz de unir as propriedades de alta capacidade de limpeza (percentual reduzido de área

não preparada) e preservação da estrutura dentinária, de maneira que a terapia endodôntica não venha gerar uma fragilização do elemento dentário e aumento no risco de perfuração radicular (Arias *et al.*, 2018; Selvakumar *et al.*, 2016).

Não há consenso na literatura sobre a quantidade de dentina que deve ser removida para proporcionar a melhor desinfecção do canal radicular, mas isso pode ser influenciado pela conicidade e tamanho da lima e pela anatomia do canal radicular (Kaya *et al.*, 2017; Radhika *et al.*, 2017). A conicidade reduzida possibilita maior preservação de estrutura dentinária, com desgaste mínimo em D16, região cervical do preparo (Gavini *et al.*, 2018).

O sistema PDL demonstrou comportamentos distintos entre os terços radiculares, pois resultou em maior desgaste no terço coronal (9 mm), diminuindo no apical (3 mm): produziu menor desgaste de tecido dentinário no terço apical e, nos terços coronal e médio, foi o segundo sistema a remover menos dentina na comparação com Protaper Next, Wave One Gold e Vortex Blue (De Albuquerque *et al.*, 2017). Na comparação com Reciproc, ProTaper Next, WaveOne Gold e XP-endo Shaper, apresentou resultados semelhantes (Lima *et al.*, 2020; Stringheta *et al.*, 2019).

Com respeito ao tipo de acesso endodôntico (ultraconservador ou convencional) e à conicidade (.05 ou .03), não foi possível estabelecer uma relação estatística significativa com tais fatores, porém, no que se refere ao tamanho das limas, foi possível verificar que preparos apicais tamanho 40 removeram significativamente mais dentina do que os preparos apicais tamanho 25. (Augusto *et al.*, 2020).

Para Gagliardi *et al.* (2015), a porcentagem de espessura de dentina no canal radicular após a terapia endodôntica está intimamente relacionada à capacidade de centralização do instrumento, tendo em vista que desvios da trajetória original do canal radicular produzem um desgaste excessivo das paredes dentinárias. Essa relação pôde ser corroborada neste estudo, pois PDL foi associada à obtenção de preparos centralizados, bem como à de preparos conservadores (Barasuol *et al.*, 2021; Pivoto-João *et al.*, 2020).

5.5 Tempo de instrumentação

Uma das vantagens da instrumentação mecanizada sobre a manual é a maior agilidade na etapa de preparo químico mecânico, o que permite menos estresse durante o tratamento tanto para o cirurgião-dentista quanto para o paciente. Na comparação com limas manuais, Barasuol *et al.* (2021), verificaram que PLD foi seis minutos mais rápido do que as limas manuais, pois o uso de limas sequenciais na instrumentação manual para obtenção de uma modelagem cônica pressupõe uma maior quantidade de tempo na etapa de preparo (Gavini *et al.*, 2018).

A cinemática rotatória contínua permitiu uma maior rapidez na instrumentação com PDL na comparação com os sistemas reciprocantes WaveOne Gold, ProDesign R, WaveOne Primary (De Menezes *et al.*, 2017; Coelho *et al.*, 2016). Algumas explicações para isso incluem o alto torque do instrumento e uso de uma lima 25/.01 para glide path, além da própria cinemática contínua em detrimento do movimento reciprocante (De Menezes *et al.*, 2017). Segundo determinação da fabricante, os instrumentos PDL podem trabalhar em uma maior velocidade e torque (950 rpm, 4 N/cm²), o que minimiza o tempo de preparo e a incidência de interrupções no torque máximo (Coelho *et al.*, 2016). No entanto, vale destacar que alta velocidade e torque são associados com aumento no risco de fadiga cíclica, já que o torque gerado para remover dentina também é transmitido à lima (Jamleh *et al.*, 2016).

Todavia, em desacordo com esses achados, Pinto *et al.* (2019) verificaram que o sistema reciprocante ProDesign R 25.06 concluiu mais rapidamente o preparo do que o sistema PDL em rotação contínua (Pinto *et al.*, 2019), confirmando outros estudos que associam ao sistema recíproco resultados superiores ao sistema rotatório (Robinson *et al.*, 2013; De Deus *et al.*, 2013). Ao passo que PDL é composto de dois instrumentos (um primeiro para glide path e o outro para modelagem), o sistema reciprocante PDR contém um único instrumento e, portanto, envolveria menos tempo na instrumentação dos canais.

No entanto, vale salientar que essa divergência nos resultados pode ser atribuída à diferença gerada com utilização de canais artificiais de resina acrílica (De Menezes *et al.*, 2017) em detrimento de dentes naturais (Pinto *et al.*, 2019). O uso de dentes resinosos oferece grande limitação no que se trata da diferença de dureza entre dentina e resina, por isso tem sido recomendado o uso de dentes naturais nesses estudos (Ordinola *et al.*, 2014).

5.6 Percentual de detritos

A presença de detritos no canal radicular dificulta a desinfecção do sistema de canais radiculares e a adesão do cimento endodôntico aos túbulos dentinários (Freire *et al.*, 2015).

Com imagens de micro CT, PDL foi associado a uma alta porcentagem de detritos após a instrumentação dos canais (Santos-Junior *et al.*, 2020; Tavares *et al.*, 2021). No entanto, PDL gerou menos detritos em relação a ProDesign R (PDR), sistema com cinemática recíprocante, pois esse movimento tende a propiciar a retenção de detritos (Pinto *et al.*, 2019), o que pode ser confirmado em um estudo anterior que observou que múltiplos instrumentos rotatórios produziram canais mais limpos comparados com instrumentos recíprocantes únicos, a exemplo de PDR (Robinson; Lumley; Cooper *et al.*, 2013).

Na contramão desses achados, PDL foi associado a um maior percentual de detritos em relação ao sistema HFEDM nos terços médio e apical (Tavares *et al.*, 2021) e a percentuais semelhantes na comparação com HyFlex EDM e Reciproc Blue 40/06, em movimento recíprocante (Pivoto-João *et al.*, 2020; Santos-Junior *et al.*, 2020). PDL e HEDM variam entre si em relação a tratamento de superfície, geometria da seção transversal e conicidade. A maior conicidade e seção quadrangular e trapezoidal do sistema HFEDM pareceram favorecer a limpeza do canal em detrimento da conicidade reduzida e da seção em forma de S modificado do sistema PDL (Tavares *et al.*, 2021).

Contudo, é importante enfatizar que o percentual de detritos pode ser controlado e minimizado com alargamento apical com o instrumento PDL após a etapa de preparo, evitando a persistência da infecção e interferência na obturação final dos canais (Pivoto-João *et al.*, 2020).

5.7 Microtrincas dentinárias

Embora o preparo mecanizado apresente diversas vantagens, ele também foi implicado como possível causador de potenciais microtrincas dentinárias, as quais constituem grande preocupação sobretudo em raízes com espessura reduzida, pelo maior risco de fratura radicular vertical, o que deve ser evitado pois condena o

elemento à extração dentária (Kfir *et al.*, 2017; Kesim *et al.*, 2017; Wilcox; Roskelley; Sutton, 1997).

Foram encontrados resultados divergentes em relação ao potencial do sistema PDL na formação de microtrincas dentinárias. Enquanto Pinto *et al.* (2017) relacionaram PDL ao surgimento de microtrincas, Stringheta *et al.* (2019) não verificaram a formação de novos defeitos. No entanto, vale destacar que diferentes metodologias de avaliação foram adotadas nesses estudos (micro-CT e esteromicroscopia), porém essa diferenciação não parece ter sido preponderante para explicar a divergência nos resultados, pois a diferença não se deu com base no método de avaliação: enquanto Pinto *et al.* (2017) verifica microtrincas com micro-CT, Stringheta *et al.* (2019) não foram capazes de visualizar defeitos com esse exame, mas apenas após avaliarem as raízes sob estereomicroscopia. Contudo, é importante enfatizar que a microtomografia computadorizada é o exame padrão-ouro para essa finalidade, pois permite avaliações altamente precisas, tridimensionais e não invasivas do sistema de canais radiculares (Peters *et al.* 2004).

Além disso, vale destacar que PDL apresentou melhores resultados (produziu menos microtrincas) no terço médio comparado a HyFlex EDM, o que pode ser atribuído à menor conicidade de PDL (.05 contra .08; Pinto *et al.*, 2017; Elashiry, Saber, Elashry; 2020; Aksoy *et al.*, 2018).

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que PDL oferece resistência adequada para a instrumentação, permitiu a conclusão da etapa de preparo químico-mecânico em menos tempo que as limas manuais e sistemas reciprocantes e levou à obtenção de preparos centralizados e conservadores, embora tenha demonstrado comportamento distinto entre os terços radiculares avaliados na quantidade de remoção de dentina, sendo mais conservador no terço apical e menos no coronal. No entanto, por outro lado, PDL associou altos percentuais de área não-preparada e de detritos como desvantagem. Quanto à formação de microtrincas dentinárias, não está claro se PDL é capaz de gerar tais defeitos, indicando a necessidade de mais estudos com avaliação em micro-CT para investigar essa relação.

REFERÊNCIAS

- Aksoy Ç, Keriş EY, Yaman SD, Ocak M, Geneci F, Çelik HH. Evaluation of XP-endo shaper, reciproc blue, and protaper universal NiTi systems on dentinal microcrack formation using micro-computed tomography. *J Endod.* 2019 Mar;45(3):338-42. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.12.005>» <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.12.005>
- Arias, Ana et al. Effect of canal preparation with TRUShape and Vortex rotary instruments on three-dimensional geometry of oval root canals. *Australian Endodontic Journal*, v. 44, n. 1, p. 32-39, 2018.
- Augusto, C. M. et al. A laboratory study of the impact of ultraconservative access cavities and minimal root canal tapers on the ability to shape canals in extracted mandibular molars and their fracture resistance. *International Endodontic Journal*, v. 53, n. 11, p. 1516-1529, 2020.
- Barasuol, J. C. et al. Shaping ability of hand, rotary and reciprocating files in primary teeth: a micro-CT study in vitro. *European Archives of Paediatric Dentistry*, v. 22, p. 195-201, 2021.
- Bezerra, Mônica M. et al. Evaluation of Foraminal Enlargement with Thermally Treated Nickel–Titanium Systems. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, v. 22, n. 11, p. 1233, 2021.
- Biasillo, Vincenzo et al. Comparison of shaping ability of the Reciproc Blue and One Curve with or without glide path in simulated S-shaped root canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 47, n. 1, 2022.
- Campos, Gustavo Oliveira et al. Influence of Heat Treatment of Nickel–Titanium Instruments on Cyclic Fatigue Resistance in Simulated Curved Canals. *European Journal of Dentistry*, v. 17, n. 02, p. 472-477, 2023.
- Cardoso, Ryhan Menezes et al. Influence of Temperature on the Cyclic Fatigue of Nickel–Titanium Instruments with Different Heat Treatments on Severely Curved Canals. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, v. 20, n. 6, p. 697-701, 2019.
- Coelho, Beatriz Serrato et al. Performance of three single instrument systems in the preparation of long oval canals. *Brazilian dental journal*, v. 27, n. 2, p. 217-222, 2016.
- De Albuquerque, Mônica S. et al. Canal transportation, centering ability, and dentin removal after instrumentation: a micro-CT evaluation. *J Contemp Dent Pract*, v. 20, n. 7, p. 806-811, 2019.
- De-Deus, G. et al. The ability of the Reciproc R25 instrument to reach the full root canal working length without a glide path. *International Endodontic Journal*, v. 46, n. 10, p. 993-998, 2013.
- De Menezes, Sílvio Emanuel Acioly Conrado et al. Cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, ProDesign R and ProDesign Logic files in curved canals in vitro. *Iranian endodontic journal*, v. 12, n. 4, p. 468, 2017.

De Morais, Ridalton Carlos et al. Analysis of Cutting Capacity, Surface Finishing, and Mechanical Properties of NiTi Instruments 25/. 04: ROTATE and LOGIC 2. *Journal of Endodontics*, 2024.

Do Nascimento Camilo, Gabryella et al. Cyclic and torsional fatigue resistance of thermally treated rotary NiTi instruments with different design. *Journal of Research in Dentistry*, v. 11, n. 2, p. 25-31, 2023.

Elashiry MM, Saber SE, Elashry SH. Comparison of shaping ability of different single-file systems using microcomputed tomography. *Eur J Dent* 2020;14:70–76.

Freire, Laila Gonzales et al. Micro-computed tomographic evaluation of hard tissue debris removal after different irrigation methods and its influence on the filling of curved canals. *Journal of endodontics*, v. 41, n. 10, p. 1660-1666, 2015.

Garrocho-Rangel, Arturo et al. Clinical Management of intra-pulp canal Broken Endodontic Files in primary teeth: Literature Review. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, v. 23, n. 2, p. 14-18, 2021.

Jain A, Asrani H, Singhal AC, Bhatia TK, Sharma V, Jaiswal P. Comparative evaluation of canal transportation, centering ability, and remaining dentin thickness between WaveOne and ProTaper rotary by using cone beam computed tomography: an *in vitro* study. *J Conserv Dent* 2016;19:440–444.

Jamleh A, Adorno CG, Ebihara A, et al. Effect of nickel titanium file design on the root surface strain and apical microcracks. *Aust Endod J* 2016;42:25–31.

Kaya E, Elbay M, Yiğit D. Evaluation of the self-adjusting file system (SAF) for the instrumentation of primary molar root canals: a micro-computed tomographic study. *Eur J Paediatr Dent*. 2017;18:105–10

Kesim B, Sagsen B, Aslan T. Evaluation of dentinal defects during root canal preparation using thermomechanically processed nickel-titanium files. *Eur J Dent*. 2017 Apr-Jun;11(2):157-61. https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_254_16
» https://doi.org/10.4103/ejd.ejd_254_16

Kfir, A. et al. Incidence of microcracks in maxillary first premolars after instrumentation with three different mechanized file systems: a comparative ex vivo study. *Clinical oral investigations*, v. 21, p. 405-411, 2017.

Lima, C. O. et al. The impact of minimally invasive root canal preparation strategies on the ability to shape root canals of mandibular molars. *International Endodontic Journal*, v. 53, n. 12, p. 1680-1688, 2020.

Machado, Ricardo et al. Incidence of fracture of ProDesign Logic system instruments: a cross-sectional retrospective study. *Scientific Reports*, v. 12, n. 1, p. 7897, 2022.

Nagendrabadu, Venkateshbabu; Aly Ahmed, Hany Mohamed. Shaping properties and outcomes of nickel-titanium rotary and reciprocation systems using micro-computed tomography: a systematic review. *Quintessence International*, v. 50, n. 3, 2019.

Navós BV, Hoppe CB, Mestieri LB, Böttcher DE, Só MVR, Grecca FS. Centering and transportation: *in vitro* evaluation of continuous and reciprocating systems in curved root canals. *J Conserv Dent* 2016;19:478–481.

Ordinola-Zapata R, Bramante CM, Duarte MA, Cavenago BC, Jaramillo D, Versiani MA. Shaping ability of reciproc and TF adaptive systems in severely curved canals of rapid microCT-based prototyping molar replicas. *J Appl Oral Sci.* 2014;22(5):509-15.

Pedro AO. Desafios e conceitos atuais no preparo de sistemas de canais radiculares: uma revisão. *J Endod.* 2004;30:559–67.

Pinheiro, S. R. et al. Evaluation of apical transportation and centring ability of five thermally treated NiTi rotary systems. *International endodontic journal*, v. 51, n. 6, p. 705-713, 2018.

Pinto, Jáder Camilo et al. Influence of voxel size on dentinal microcrack detection by micro-CT after root canal preparation. *Brazilian Oral Research*, v. 35, p. e074, 2021.

Pinto, Jáder Camilo et al. Micro-CT evaluation of apical enlargement of molar root canals using rotary or reciprocating heat-treated NiTi instruments. *Journal of Applied Oral Science*, v. 27, p. e20180689, 2019.

Pinto, Jader Camilo et al. Safety and Effectiveness of Additional Apical Preparation using a Rotary Heat-treated Nickel–Titanium file with Larger Diameter and Minimum Taper in Retreatment of Curved Root Canals. *European Journal of Dentistry*, v. 15, n. 02, p. 247-252, 2021.

Pivoto-João, Mariana Mena Barreto et al. Root canal preparation and enlargement using thermally treated nickel-titanium rotary systems in curved canals. *Journal of endodontics*, v. 46, n. 11, p. 1758-1765, 2020.

Plotino G, Giansiracusa Rubini A, Grande NM, Testarelli L, Gambarini G (2014) Cutting efficiency of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *Journal of Endodontics* 40, 1228-30.

Radhika E, Reddy ER, Rani ST, Kumar LV, Manjula M, Mohan TA. Cone beam computed tomography evaluation of hand nickeltitanium k-files and rotary system in primary teeth. *Pediatr Dent.* 2017;39:319–23.

Robinson, Jonathan P. et al. Reciprocating root canal technique induces greater debris accumulation than a continuous rotary technique as assessed by 3-dimensional micro-computed tomography. *Journal of Endodontics*, v. 39, n. 8, p. 1067-1070, 2013.

Santos-Junior, Airton Oliveira et al. New Ultrasonic Tip Decreases Uninstrumented Surface and Debris in Flattened Canals: A Micro-computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics*, v. 46, n. 11, p. 1712-1718, 2020.

Selvakumar H, Kavitha S, Thomas E, Anadhan V, Vijayakumar R. Computed tomographic evaluation of K3 rotary and stainlesssteel K-file instrumentation in primary teeth. *J Clin Diagn Res.* 2016;10:ZC05–08.

Semann, Fabiana Salloum et al. Endodontia mecanizada: a evolução dos sistemas rotatórios contínuos. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, v. 6, n. 3, p. 297-309, 2009.

Só, Gabriel Barcelos et al. Cyclic and torsional fatigue resistance of a new rotary file on a rotary and reciprocating motion. *Microscopy Research and Technique*, v. 86, n. 12, p. 1635-1641, 2023.

Souza, Juliana Peres et al. Instrumentação endodôntica mecanizada e suas evoluções-Revisão de literatura. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 12, p. 96231-96240, 2020.

Stringheta, C. P. et al. Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of four instrumentation systems in curved root canals. *International Endodontic Journal*, v. 52, n. 6, p. 908-916, 2019.

Stringheta, Carolina Pessoa et al. Micro-computed tomography versus the cross-sectioning method to evaluate dentin defects induced by different mechanized instrumentation techniques. *Journal of endodontics*, v. 43, n. 12, p. 2102-2107, 2017.

Tavares, Karina Ines Medina Carita et al. Combination of a new ultrasonic tip with rotary systems for the preparation of flattened root canals. *Restorative Dentistry & Endodontics*, v. 46, n. 4, 2021.

Tavares, Warley Luciano Fonseca et al. Índice de fratura de instrumentos manuais de aço inoxidável e rotatórios de NiTi em clínica de pósgraduação em Endodontia. *Arquivos em Odontologia*, v. 51, n. 3, 2015.

Versiani MA, Carvalho KKT, Mazzi-Chaves JF, Sousa-Neto MD (2018) Micro-computed tomographic evaluation of the shaping ability of XP-endo Shaper, iRaCe, and EdgeFile systems in long oval -shaped canals. *Journal of Endodontics* 44, 489 – 95.

Wilcox, Lisa R.; Roskelley, Chad; Sutton, Todd. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. *Journal of Endodontics*, v. 23, n. 8, p. 533-534, 1997.

Zarei M, Javidi M, Afkhami F, Tanbakuchi B, Zadeh M, Mohammadi M (2016) Influence of root canal tapering on smear layer removal. *New York State Dental Journal* 82, 35-8