

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

CELINA DE ARAÚJO ALBUQUERQUE

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE E DESVIO APICAL
PROMOVIDO POR INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS APÓS USO EM CANAIS
SIMULADOS - ESTUDO *IN VITRO*.**

MANAUS – AM

2025

CELINA DE ARAÚJO ALBUQUERQUE

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE E DESVIO APICAL
PROMOVIDO POR INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS APÓS USO EM CANAIS
SIMULADOS - ESTUDO *IN VITRO*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. André Augusto Franco Marques.
CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Júnior.

MANAUS – AM

2025

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A345a Albuquerque, Celina de Araújo
Análise das características de superfície e desvio apical
promovido por instrumentos rotatórios após uso em canais
simulados - Estudo in vitro / Celina de Araújo Albuquerque . 2025
61 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: André Augusto Franco Marques
Coorientador: Emílio Carlos Sponchiado Júnior
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal
do Amazonas.

1. Endodontia. 2. Instrumentos odontológicos. 3. Preparo do canal
radicular. 4. Microscopia eletrônica de varredura. I. Marques, André
Augusto Franco. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CELINA DE ARAÚJO ALBUQUERQUE

**ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS DE SUPERFÍCIE E DESVIO APICAL
PROMOVIDO POR INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS APÓS USO EM CANAIS
SIMULADOS - ESTUDO *IN VITRO*.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Manaus, 21 de fevereiro de 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. André Augusto Franco Marques

Orientador

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Prof. Dra. Aida Renée Assayag Hanan

Membro interno

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Prof. Dra. Mariana Mena Barreto Pivoto João

Membro externo

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por me permitir concluir mais uma etapa da minha jornada, e aos meus pais, cujo apoio incondicional e incentivo constante tornaram possível a realização dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, acima de tudo, a **Deus**, por me permitir e guiar com sabedoria cada passo da minha jornada. Todas as realizações da minha vida até hoje, e o que ainda estar por vir, é fruto da vontade Dele, e peço que minha trajetória continue sendo conduzida pelo Senhor. Com Deus, todas as coisas são possíveis.

À minha **família**, por seu apoio constante e incentivo em todas as escolhas e oportunidades que surgem em minha vida. Em especial, expresso minha gratidão aos meus pais, **Silvanete de Araújo e Flaviano Albuquerque**, pela dedicação incondicional e por serem meus maiores incentivadores. Ao meu marido, **Diogo Freire**, que foi essencial nesta etapa, me apoiando, incentivando e, muitas vezes, auxiliando nos estudos. À minha irmã, **Raquel Brandão**, e minha sobrinha, **Maria Rita de Araújo**, que diariamente deram todo o suporte para que eu chegasse aqui hoje. A todos vocês e aos **meus amigos**, muito obrigada por acreditarem nos meus sonhos e compreenderem minha ausência e abdicação em alguns momentos.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. André Augusto Franco Marques**, por todo conhecimento compartilhado comigo, transmitindo toda sua experiência em pesquisas, através dos seus trabalhos, da sua rotina na docência, me incentivando a exercer este dom e me dando oportunidade através de estágios e conversas. Muito obrigada também por ter entendido e apoiado a minha carreira e ter me orientado mesmo de longe algumas vezes.

Ao **Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Júnior**, meu co-orientador, por todos os ensinamentos quase diários ao longo desses dois anos, me acolhendo nesse mundo novo e por sempre estar disponível para resolver qualquer demanda, além de todo auxílio durante esse último ano nas atividades do curso. Agradeço também a **Prof. Dra. Aida Renée Assayag Hanan**, por ser essa mulher inspiradora e incrível, sempre estar disponível para todas as dúvidas e pelas conversas incríveis compartilhadas comigo.

Agradeço todas as **amizades** feitas no mestrado ao longo desses anos, pessoas incríveis que tenho grande admiração e que levarei para a vida. Em especial, gostaria de agradecer duas amigas, **Giulia Antonaccio e Louisimara Alencar**, que me ajudaram muitas vezes diretamente na minha pesquisa e que foram essenciais com toda disponibilidade.

À toda equipe da **Faculdade de Odontologia da UFAM** e da **Universidade do Estado do Amazonas**, professores e funcionários, por todos os conhecimentos compartilhados e que fizeram a conclusão desta pesquisa ser possível.

À **Universidade Federal do Amazonas – UFAM** e ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia – PPGO**, pela oportunidade da realização desta dissertação e a conclusão do Mestrado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES** pelo apoio ao programa e pelo período de concessão da bolsa de estudo.

Gratidão a todos que participaram dessa jornada. Muito obrigada!

RESUMO

O objetivo desse estudo foi comparar dois sistemas de instrumentação rotatória em canais curvos simulados, verificando suas características de superfície, desvio apical e o desgaste dos instrumentos após o uso. Foram selecionados 30 canais simulados, confeccionados em blocos transparentes de resina, padronizados com ângulo de curvatura de 32°, raio de curvatura de 3 milímetro (mm), 16mm de comprimento e 30 instrumentos endodônticos, divididos em dois grupos. No grupo 01, foram utilizados 15 instrumentos 25.06 do sistema *Logic* e no grupo 02, 15 instrumentos 25.06 do sistema *VDW Rotate*, utilizados uma única vez. Cada alargador foi analisado antes e após ao primeiro uso pelo Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), com aumento de 190x, verificando as características de superfície, em especial os defeitos do tipo rebarbas, em três áreas distintas: ponta, 2ºmm e 4ºmm, aquém da ponta, além de serem pesados em balança eletrônica analítica. Os canais simulados foram instrumentados a 0,5mm do comprimento de trabalho, com auxílio de motor endodôntico, em movimentos de vaivém, com irrigação de hipoclorito de sódio a 2,5%. Para o desvio apical, cada bloco de resina foi fotografado antes e após a instrumentação e as imagens sobrepostas para mensuração do desvio no 1º, 2º, 3º e 4º mm do terço apical. Os blocos foram pesados antes e após a instrumentação para verificação do desgaste após o preparo químico-mecânico. A análise estatística apontou diferença significativa ($p < 0,0001$) em relação a pesagem dos instrumentos entre os grupos, antes e após a instrumentação. Não houve alterações significativas na pesagem dos blocos ($p > 0,05$). Todos os instrumentos apresentaram alterações nas características superficiais e as áreas dos defeitos de rebarbas apresentaram diferenças em determinados pontos, observando uma redução na extensão das rebarbas, além dos instrumentos *VDW Rotate* demonstrarem um acabamento superficial mais uniforme. Na análise do desvio apical, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$). Por fim, foi possível concluir que os sistemas rotatórios estudados apresentaram desempenho satisfatório durante a instrumentação dos canais radiculares e, apesar de alguns defeitos superficiais, os sistemas de NiTi tratados termicamente são atualmente uma opção segura e eficaz para o tratamento endodôntico.

Palavras-chave: Endodontia; Instrumentos odontológicos; Preparo do canal radicular; Microscopia eletrônica de varredura.

ABSTRACT

The aim of this study was to compare two rotary instrumentation systems in simulated curved canals, evaluating their surface characteristics, apical deviation, and instrument wear after use. A total of 30 simulated canals, manufactured in transparent resin blocks with standardized curvature angles of 32°, a curvature radius of 3 mm, and a length of 16 mm, were selected, along with 30 endodontic instruments divided into two groups. In Group 1, fifteen 25.06 instruments from the Logic system were used, while in Group 2, fifteen 25.06 instruments from the VDW Rotate system were employed, each used only once. Each instrument was analyzed before and after its first use using a Scanning Electron Microscope (SEM) at 190x magnification to assess surface characteristics, particularly the presence of burr-type defects, in three distinct areas: the tip, the 2nd mm, and the 4th mm from the tip. Additionally, the instruments were weighed using an analytical electronic balance. The simulated canals were instrumented 0.5 mm short of the working length with the aid of an endodontic motor, using a reciprocating motion and irrigated with 2.5% sodium hypochlorite. To evaluate apical deviation, each resin block was photographed before and after instrumentation, and the images were superimposed to measure deviation at the 1st, 2nd, 3rd, and 4th mm of the apical third. The blocks were weighed before and after instrumentation to assess wear after chemomechanical preparation. Statistical analysis revealed a significant difference ($p < 0.0001$) in instrument weight between the groups before and after instrumentation. However, no significant changes were observed in the weight of the resin blocks ($p > 0.05$). All instruments exhibited alterations in surface characteristics, and the burr defect areas varied at specific points, with a reduction in burr extension. Additionally, the VDW Rotate instruments demonstrated a more uniform surface finish. No statistically significant differences were found in apical deviation analysis ($p > 0.05$). In conclusion, the rotary systems studied demonstrated satisfactory performance during root canal instrumentation. Despite some superficial defects, thermally treated NiTi systems are currently a safe and effective option for endodontic treatment.

Keywords: Endodontics; Dental instruments; Root canal preparation; Scanning electron microscope.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1. INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS DE NÍQUEL-TITÂNIO.....	13
2.2. DESVIO APICAL DOS INSTRUMENTOS ENDODÔNTICOS.....	17
3. OBJETIVO	21
3.1. GERAL	21
3.2. ESPECÍFICOS	21
4. METODOLOGIA	22
4.1. DESENHO DO ESTUDO	22
4.2. LOCAL DO ESTUDO.....	22
4.3. SELEÇÃO DA AMOSTRA	22
4.4. ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DOS INSTRUMENTOS ANTES DO USO POR MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV).....	23
4.5. PESAGEM DOS ESPÉCIMES	24
4.6. INSTRUMENTAÇÃO DOS CANAIS SIMULADOS.....	25
4.7. ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DOS INSTRUMENTOS APÓS A INSTRUMENTAÇÃO POR MICROSCÓPIO ELETRÔNICO DE VARREDURA (MEV). 27	
4.8. AVALIAÇÃO DAS ELETROMICROGRAFIAS	27
4.9. ANÁLISE DO DESVIO APICAL.....	28
4.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA	30
5. RESULTADOS	31
5.1. PESAGEM DOS ESPÉCIMES – INSTRUMENTOS	31
5.2. PESAGEM DOS ESPÉCIMES – BLOCOS	31
5.3. ANÁLISE DA SUPERFÍCIE DOS INSTRUMENTOS – REBARBAS	32

5.4.	DESVIO APICAL	36
6.	DISCUSSÃO	38
7.	CONCLUSÕES	42
8.	REFERÊNCIAS.....	43
	APÊNDICE	48

1. INTRODUÇÃO

A instrumentação e modelagem dos canais radiculares visando manter sua anatomia original é fundamental para o sucesso do tratamento endodôntico (SILVA et al., 2021). Instrumentos de Níquel-Titânio (NiTi) foram introduzidos na prática endodôntica no intuito de evitar problemas provenientes do uso das ligas de aço-inoxidável, diminuindo os riscos de erros durante a modelagem, como perfurações e transporte apical, além de proporcionarem maior flexibilidade e possuírem um efeito de memória de forma (FERREIRA et al., 2017). Com isso, novos sistemas de instrumentação foram criados e como resultado, uma grande sequência de instrumentos empregados, sendo necessária uma ampliação gradual com vários alargadores. Diante disto, uma nova técnica foi proposta usando um único instrumento em movimento reciprocante para contornar algumas limitações da rotação contínua, proporcionando uma sequência reduzida de instrumentos, diminuindo a incidência de fadiga e eliminando possíveis contaminações cruzadas (YARED, 2008).

O uso de uma sequência reduzida apresenta atividade favorável, demonstrando redução no tempo de trabalho em relação aos sistemas com sequência completa (DE-DEUS et al., 2010; PAQUÉ; ZEHNDER; DE-DEUS, 2011). Dessa forma, sistemas destinados especialmente ao uso de instrumento único foram inseridos na prática endodôntica, demonstrando desempenho satisfatório independente da direção de corte, sem aumento do transporte apical em canais curvos (KIM et al., 2013). Além disso, tratamentos térmicos vêm sendo aplicados aos fios das ligas metálicas, visando a redução do risco de transporte apical e melhor capacidade de centralização em comparação as ligas de níquel-titânio convencionais, assim como o acabamento superficial (DRUKTEINIS et al., 2020; ALOVISI et al., 2022).

Entretanto, defeitos nas superfícies dos instrumentos decorrentes do processo de fabricação e da usinagem permanecem presentes na grande maioria deles, tais como rebarbas, microcavidades e superfícies irregulares (CHIANELLO et al., 2008). As deformações e defeitos na topografia desses instrumentos podem influenciar diretamente em seu desempenho, podendo levar a um maior desgaste da superfície durante o uso e as áreas irregulares nas ligas servirem de pontos concentradores de tensão, possibilitando a ocorrência da propagação precoce de trincas, propiciando fratura prematura do instrumento (PIRANI et al., 2014; USLU; ÖZYÜREK; YILMAZ,

2018; ALRAHABI; ATTA, 2019). Uma atenção maior é dada para diminuir esses e outros possíveis incidentes empregando-se estratégias como mudanças na seção transversal, diferentes tratamentos nas ligas de NiTi, cinemática de acionamento e técnicas de instrumentação (MARTINS et al., 2023).

Essas mudanças nas características dos instrumentos endodônticos impulsionaram sua evolução, influenciando diretamente as propriedades físicas e o desempenho das ligas durante o uso clínico. No entanto, essas inovações frequentemente resultam em alterações nas características e formas dos materiais, sem oferecer garantias consistentes quanto à sua qualidade e às melhorias esperadas (ARIAS; PETERS, 2022).

Um dos instrumentos que seguiram a evolução do preparo rotatório contínuo é o sistema *VDW Rotate* (VDW, Munique, Alemanha), possuindo tratamento térmico que aumenta sua flexibilidade e resistência à fadiga cíclica, sem comprometer a eficiência de corte. Este sistema possui uma sequência básica de três limas (15.04; 20.05; 25.06), uma seção transversal em forma de S adaptada, proporcionando maior eficiência de corte e apresenta, segundo o fabricante, uma menor capacidade de transporte dos canais (DENTSPLY SIRONA, 2025).

Outro sistema que se tornou frequentemente usado na prática clínica são os instrumentos *Logic* (Easy Bassi, Belo Horizonte, MG, Brazil), possuindo uma variedade de alargadores, podendo ser acionados em movimento rotatório e reciprocante, além de possuírem tratamento térmico com controle de memória, permitindo um menor desgaste de dentina nos terços cervical e médio, não comprometendo seu poder de corte e apresentando seção transversal em hélice dupla (EASY BASSI, 2025).

Dessa maneira, o objetivo desse estudo é verificar e avaliar as características de superfície e os defeitos de fabricação dos instrumentos endodônticos do sistema *VDW Rotate* e do sistema *Logic*, por meio da análise no Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) e a influência da cinemática rotatória no desvio apical em canais curvos simulados.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Instrumentos endodônticos de níquel-titânio

HANAN et al. (2015) conduziram uma pesquisa com o objetivo de verificar a presença de detritos e características superficiais de instrumentos reciprocantes. Dois grupos foram divididos de acordo com o sistema a ser utilizado para a instrumentação de raízes mesiais de molares inferiores, sendo Grupo WO – *WaveOne* e Grupo R – *Reciproc*. Os instrumentos foram submetidos a análise em microscópio eletrônico de varredura antes e após a instrumentação dos canais para observação de alteração e falhas de fabricação nas lâminas de corte e possíveis detritos. Após a obtenção das eletromicrografias, as imagens foram avaliadas quanto a presença de bordas irregulares, sulcos, microcavidades e rebarbas. Detritos foram observados em todos os instrumentos de ambos os grupos, antes e após o uso e os instrumentos *WaveOne* apresentaram maior número de defeitos de borda irregular, sulcos e rebarbas em comparação aos instrumentos *Reciproc*. Em comparações cruzadas de ambos os grupos, o instrumento *Reciproc* teve um desempenho significativamente melhor em relação às características físicas originais. Com esse estudo, pôde-se concluir que os sistemas recíprocos apresentaram detritos antes e após a utilização e que o sistema *WaveOne* demonstrou maiores deformações e defeitos que *Reciproc*.

BASTOS et al. (2017) avaliaram as alterações nas características superficiais e na composição química da liga de níquel-titânio de instrumentos em cinemática rotatória e recíprocante. Utilizaram 30 instrumentos para o preparo de 60 canais simulados, sendo divididos em 03 grupos contendo 10 instrumentos cada: Grupo PNX1 (*ProTaper Next – X1*); Grupo PNX2 (*ProTaper Next – X2*) e grupo *WaveOne (Primary 25.08)*. Cada instrumento foi analisado através da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), com aquisições de imagens da ponta ativa, 2 mm e 4 mm atrás da ponta ativa, com ampliação de 250 e 500 vezes e a quantidade de teor de NiTi foi mensurada através da análise química por Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS), sendo ambas as análises feitas antes do primeiro e após o terceiro uso. As imagens obtidas foram avaliadas quanto a presença de bordas irregulares, sulcos, microcavidades e rebadas e classificadas por meio de um sistema de pontuação de acordo com a localização das alterações topográficas. Todos os instrumentos apresentaram defeitos e deformação antes e após os usos, observando marcas perpendiculares ao longo eixo da superfície

dos novos instrumentos decorrentes do processo de usinagem, permanecendo visível, entretanto, menos acentuadas devido ao desgaste após o terceiro uso, além de deformidades nas lâminas de corte após a reutilização. O instrumento do grupo WO apresentou aumento significativo dos defeitos e deformações a 4 mm da ponta após o terceiro uso e os grupos PNX1 e PNX2 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Ao final do estudo, concluíram que a reutilização contínua dos instrumentos propiciou um aumento de defeitos e deformações apenas no grupo WO e que os usos repetidos geraram mudanças significativas no teor de Ni e Ti na superfície dos instrumentos.

BENNETT et al. (2017) com o objetivo de investigar a origem dos defeitos e detritos provenientes do processo de fabricação dos instrumentos conduziram um estudo para verificar a influência dessas características durante seus usos e a incidência de fratura utilizando sistemas rotatórios. Foram selecionados 80 instrumentos *ProTaper Universal* (grupo PTU) e *ProTaper Next* (grupo PTN), sendo divididos em dois grupos com 40 instrumentos de cada sistema e analisados através de estereomicroscópio e Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) para verificar presença de alterações em suas configurações, imperfeições superficiais e presença de partículas na superfície. Cada instrumento passou por essas análises antes e após a instrumentação dos canais. Após a estereomicroscopia e MEV antes do uso, observaram presença de ranhuras de usinagem, rebarbas e detritos em todos os instrumentos e notaram que esses achados foram observados distribuídos de forma aleatória ao longo das limas, sendo a maioria apenas visíveis através do MEV. A localização, distribuição e tamanho variavam de um instrumento para o outro, independentemente do tamanho e conicidade, e a maioria desses achados foram encontrados associados a sulcos de fresagem mais profundos e defeitos na superfície dos metais. Nas imagens após a instrumentação e esterilização, foram vistas uma variedade de diferenças, como presença de detritos orgânicos, aumento das rebarbas, formação de fissuras e início de fratura para ambos os grupos. Os autores concluíram que essas irregularidades são críticas no que se refere ao acúmulo de detritos, início da fadiga e propagação das trincas nas ligas de NiTi e que todos os instrumentos apresentaram algum grau de fadiga próximo as irregularidades, resultando em fratura.

ERTUĞRUL; ORHAN (2019) realizaram uma pesquisa para determinar a resistência à fadiga cíclica do sistema VDW *Rotate* em comparação a sistemas já

usados na prática endodôntica, sendo eles: *One Curve*, *Mtwo* e *TF adaptive*. Foram utilizados 40 instrumentos 25.06 de cada sistema, totalizando 160 instrumentos rotativos. A resistência à fadiga cíclica foi testada em diferentes condições de umidade, utilizando hipoclorito de sódio a 2,5% e água destilada e cada instrumento foi distribuído em subgrupos de acordo com a solução a ser utilizada. Todos os sistemas foram testados em um canal curvo simulado, com um ângulo de curvatura única de 60° e 5 mm de raio de curvatura, girados até atingir a fratura para posteriormente ser calculado o número de ciclos até a falha (NCF) de cada instrumento. Após os testes de fadiga, cada instrumento passou por análise no microscópio eletrônico de varredura para visualizar as superfícies fraturadas através de micrografias em diferentes ampliações, além de também passarem por espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDX) para análise elementar. O sistema *VDW Rotate* apresentou NCF significativamente maior que os instrumentos *One Curve*, *Mtwo* e *TF adaptive* ($p < 0,0001$). Ao fim do estudo concluiu-se que a vida em fadiga cíclica dos instrumentos *VDW Rotate* foi maior quando comparado aos outros instrumentos.

ARIAS; PETERS (2022) no intuito de verificar a evolução dos instrumentos endodônticos de níquel-titânio mecanizados e descrever a tecnologia atual usada para modelagem do canal radicular fizeram uma revisão narrativa utilizando diversos bancos de dados. Com base nas propriedades metalúrgicas, mecânicas e características, estabeleceram cinco gerações de instrumentos endodônticos de níquel-titânio. A primeira geração foi marcada pela introdução das ligas em instrumentos rotativos mecanizados, sendo um marco na prática endodôntica a conicidade variada em comparação as normas ISO, possuindo pontas não cortantes e arredondas, servindo como guia no canal. Na segunda geração a grande mudança foi relacionada a seção transversal e a retirada das guias radiais, apresentando um corte ativo durante a instrumentação. A terceira geração veio com o avanço na própria liga metálica e a introdução dos tratamentos termomecânicos aos fios. Com isso, a quarta geração buscou a otimização da instrumentação, propondo novas cinemáticas e a utilização de um único instrumento, e a quinta geração trouxe a incorporação de seções transversais descentradas. Além dessas gerações, os autores sugerem mais duas gerações que marcaram a evolução da instrumentação mecanizada, que foi o *Glide-Path* e a incorporação de novos processos de fabricação dos instrumentos.

CHIEN et al. (2022) estudaram os diferentes tipos de tratamento térmico após a fabricação nos fios de níquel-titânio (NiTi) e como as mudanças na temperatura de transformação afetaria as propriedades da liga. Quatro tipos diferentes de amostras do fio de NiTi fornecidos pela *Dentsply Maillefer*, utilizados da fabricação dos seus instrumentos, passaram por análise, sendo os fios *Stock NiTi (ProTaper Universal)*, *Gold NiTi (Protaper Gold, WaveOne Gold e ProTaper Ultimate)*, *Blue NiTi (Vortex Blue e ProTaper Ultimate)* e *Superflex NiTi (TruNatomy)*, passando pelos testes de microtração e calorimetria diferencial de varredura. Os resultados do estudo mostraram que as amostras das ligas de NiTi tratadas termicamente apresentaram propriedades mecânicas diferentes em temperaturas ambiente, frias e corporais em comparação com as ligas não tratadas termicamente (*Stock NiTi*), demonstrando que tanto o tipo de liga, quanto a temperatura influenciam as propriedades físicas das ligas de NiTi. Por fim, concluíram que o comportamento da carga de tração foi influenciado pelo tipo de liga e pela temperatura ambiente, além das propriedades superelásticas aprimoradas terem relevância no desempenho nas ligas de NiTi.

MADYTIANOS et al. (2023) para determinar as diferenças de diversos instrumentos endodônticos de NiTi no mercado, compararam dois sistemas consolidados no mercado, o *ProTaper Next* e *Mtwo*, com seus respectivos modelos genéricos, que possuem um custo reduzido, em relação as suas propriedades físicas e diferenças de fabricação. Foram distribuídos 12 instrumentos em 04 grupos, de acordo com o sistema a ser utilizado, passando por quatro avaliações: avaliação visual dos instrumentos e suas embalagens; Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDX) das ligas utilizadas na fabricação; Testes de microdureza; Testes de fadiga cíclica. Na análise no MEV, os instrumentos *ProTaper Next* apresentaram superfícies polidas com lâminas de corte limpas e afiladas, contrastando com a análise do seu respectivo sistema genérico, que apresentou quantidade significativa de detritos visíveis e defeitos superficiais, com aspectos menos usinados e polidos. O sistema *Mtwo* e seu modelo genérico apresentaram diferenças semelhantes embora não tão pronunciadas. Em conclusão, observaram que as propriedades metalúrgicas e físicas dos instrumentos rotativos de NiTi genérico são bastante diferentes em relação aos sistemas consolidados, mesmo que pareçam clinicamente iguais, principalmente em relação ao menor número de ciclos até a fratura, implicando diretamente no uso clínico.

CAMPOS et al. (2023) avaliaram os efeitos do tratamento térmico das ligas de níquel-titânio na resistência dos instrumentos à fadiga cíclica, comparando instrumentos com e sem tratamento, durante ciclos repetidos. Foram avaliados 20 instrumentos *Bassi Logic 25.06*, divididos em dois grupos: com tratamento térmico (GHT) e sem tratamento térmico (GNT), fabricados sem tratamento pela empresa para a pesquisa. Os dois grupos foram submetidos à fadiga cíclica dinâmica em rotações contínuas dentro de um tubo de aço inoxidável, acionados por motor e com ajuste de velocidade de 950 rpm e torque 4N. Para verificar a normalidade dos resultados, passaram pelo teste de *Shapiro-Wilk* e o grupo HTG não apresentou distribuição normal, sendo assim, os grupos foram comparados pelo teste de *Mann-Whitney*, utilizando um valor de $p < 0,05$ considerado significativo. Em seus resultados, o tempo de fratura dos instrumentos tratados termicamente e os não tratados termicamente tiveram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) e o GHT foram 6,8 vezes mais resistentes à fadiga do que o GNT. Ao final da pesquisa concluíram que o tratamento térmico aplicado nas ligas proporciona uma maior resistência à fadiga da liga de NiTi em instrumentos com o mesmo *design*

2.2. Desvio apical dos instrumentos endodônticos

AHN; KIM; KIM (2016) em uma revisão sistemática a respeito do desvio proporcionado por instrumentos de níquel-titânio observaram em estudos *in vitro* que utilizaram canais simulados confeccionados em bloco de resina um maior transporte do canal com a cinemática de rotação contínua do que com o movimento recíproco, entretanto, em estudos utilizando dentes naturais extraídos os resultados não foram consistentes. A diferença nos dados pode ser atribuída ao fato dos canais simulados não representarem a variabilidade anatômica dos canais radiculares de dentes naturais. Ao final, concluíram que os instrumentos recíproco obtiveram menor valor de transporte do que os instrumentos rotação contínua em estudos *in vitro* utilizando blocos de resina, mas nenhuma diferença estatisticamente significativa em dentes extraídos. Todavia, a quantidade de transporte de ambos os movimentos é menor que o limite que afeta os resultados clínicos.

VORSTER; VAN DER VYVER; PALEKER (2018) conduziram um estudo para comparar os efeitos *do glide path* no transporte apical e a habilidade de centralização

durante o preparo dos canais. O estudo *in vitro* consistiu em avaliar a instrumentação do canal usando a lima *WaveOne Gold*, com e sem preparo do leito do canal anteriormente a modelagem do canal. Foram realizadas análises por micro-tomografia computadorizada antes, após o *glide-path* e após a instrumentação com *WaveOne Gold* e posteriormente comparadas. Verificou-se ao final da pesquisa que a capacidade de centralização e o transporte do canal gerados pelo instrumento *WaveOne Gold* não foram influenciados pelas diferentes técnicas de *glide path* ou sem preparo do leito do canal.

NAGENDRABABU; HANY; AHMED (2019) em uma revisão sistemática verificaram as propriedades de modelagem, incluindo transporte e habilidade de centralização, paredes do canal intocadas, formação de microtrincas e acúmulos de detritos entre sistemas rotativos e recíprocos de níquel-titânio. O uso de instrumentos em movimento rotatório ou recíprocante, incluindo sistema com lima única, apresentaram valores comparáveis, sem diferenças estatisticamente relevantes entre os sistemas ou movimentos na área de superfície e no volume das alterações após a instrumentação do canal. Entretanto, as paredes intocadas e o acúmulo de detritos permaneceram controversos. Por fim, nenhuma relação foi encontrada entre as cinemáticas e a formação de trincas durante a instrumentação.

RAZCHA et al. (2020) realizaram um estudo para avaliar o transporte do canal e a habilidade de centralização de quatro diferentes sistemas de Níquel-Titânio de diferentes cinemáticas e tratamentos térmicos. 40 molares inferiores foram selecionados e divididos aleatoriamente em quatro grupos, de acordo com o sistema a ser usado. Utilizou-se instrumentos com movimentos em rotação contínua (*HyFlex CM*, *HyFlex EDM*, *OneCurve*) e em movimento recíproco (*WaveOne Gold*). Os espécimes foram escaneados por micro-tomografia computadorizada antes e após a modelagem dos canais e foram analisadas para verificar o transporte e a habilidade de centralização após a instrumentação com os sistemas. O movimento recíproco proporcionou resultados maiores de transporte apical e menor capacidade de centralização, entretanto, no geral, concluíram que os 4 sistemas avaliados podem ser usados com segurança em canais moderadamente curvos sem alterar significativamente a anatomia original.

Em um estudo experimental *in vitro* HASHEMINIA et al. (2022) compararam duas técnicas de instrumentação com o objetivo de verificar o desvio apical gerado por diferentes técnicas. Foram selecionados 60 molares inferiores com ângulos de

curvatura variando entre 20° a 40° e raios de curvaturas semelhantes, confirmados através de tomadas radiográficas e divididos em dois grupos, de acordo com a técnica de instrumentação a ser empregada. Em ambos os grupos foi realizado o *glide-path* com uma lima K #15, seguindo-se com a instrumentação com o sistema rotatório de NiTi *EdgeEvolve*. No grupo de comprimento único, foram utilizados a seguinte sequência de instrumentos: #20/0,04, #20/0,06, #20/0,08, #20/0,10 e #25/0,08. No grupo da técnica coroa-ápice, foram utilizados os instrumentos 20/0,10, 20/0,08, 20/0,06, 20/0,04 e 25/0,08. Após a instrumentação, foram realizadas novas radiografias e ambas foram sobrepostas e analisadas para comparar o desvio dos canais. A diferença nos valores de transporte apical foi estatisticamente significativa nas técnicas de comprimento único e coroa ápice. Concluíram que a técnica de comprimento único está associada a um menor transporte apical, entretanto, a técnica coroa-ápice apresentou um menor tempo de preparo.

OREL et al. (2022) em um estudo in vitro avaliaram dois sistemas reciprocantes, *Reciproc Blue* (RB) e *Wave One Gold* (WOG) e um sistema de rotação contínua, *Protaper Gold* (PTG) em canais curvos simulados em relação a eficiência de modelagem desses sistemas, utilizando o método fotográfico padronizado antes e depois da modelagem. Foram utilizados 36 blocos de resina, divididos em 03 grupos contendo 12 canais simulados de acordo com o sistema de instrumentação a ser utilizado. No terço apical dos canais simulados não foram registradas diferenças estatisticamente significativas na parede interna entre os três sistemas de instrumentação, entretanto, PTG foi o sistema mais conservador, apresentando menor quantidade de resina removida; Na parede externa do canal, o sistema que foi mais conservador foi WOG e PTG mas as diferenças entre os três grupos não foram estatisticamente significativas. No terço médio e cervical foram observadas diferenças estatisticamente mais significativas ao comparar RB com PTG e WOG. Com os resultados, concluíram que WOG e PTG desgastam mais na parede interna dos canais radiculares, enquanto RB mais na parede externa e que nenhum dos sistemas apresentou a mesma capacidade de centralização.

QINQIN Z et al. (2023) analisaram a influência da cavidade de acesso na extrusão apical de debris, no transporte apical e a capacidade de modelagem de quatro diferentes instrumentos: *XP-endo Shaper* (XPS), *ProTaper Gold* (PTG), *Protaper manual* (HPT) e *Hero Shaper*. Utilizaram 110 molares extraídos e dividiram em quatro grupos de acordo com o instrumento utilizado e a cavidade de acesso feita,

sendo dois tipos: cavidade tradicional (TECs) e cavidade minimamente invasiva (CECs). A avaliação dos detritos extruídos foi realizada por meio da pesagem dos tubos *Eppendorf*, antes e após a instrumentação. O transporte apical e a capacidade de centralização foram feitos através da análise das imagens sobrepostas iniciais e após a instrumentação, verificando as distâncias entre dois eixos centrais a 0 mm, 1 mm, 2 mm e 4 mm do comprimento de trabalho (CT). Todos os instrumentos utilizados resultaram em detritos extruídos. Nas CECs, o grupo XPS e PTG tiveram menor índice de transporte apical em canais redondos, além de uma capacidade de centralização mais alta do que os grupos HPT e *Hero Shaper* 0 mm, 1 mm, 2 mm, e 4 mm do CT; Nos canais ovais, o grupo XPS formou um menor transporte e teve uma maior centralização a 0 mm do CT em comparação aos grupos PTG, HPT e *Hero Shaper*. Em relação as TECs em canais redondos, o *Hero Shaper* formou mais desvio e uma taxa de centralização mais baixa do que os três outros instrumentos 0 mm, 1 mm, 2 mm e 4 mm de CT; Para canais em formato oval o XPS e o PTG formaram menos transporte do canal e uma maior taxa de centralização do que os grupos HPT e *Hero Shaper* a 0 mm e 2 mm do CT e os grupos *Hero Shaper* formaram mais transporte de canal e uma taxa de centralização menor do que os outros três grupos a 1 mm do CT dos canais radiculares. Além disso, a 4 mm do CT, não houve diferença significativa no transporte do canal após o uso dos quatro instrumentos, entretanto, XPS e PTG tiveram taxas de centralização mais altas do que os grupos HPT e *Hero Shaper*. Ao final, os autores concluíram que em cavidades minimamente invasivas, o XPS preserva a anatomia original do canal radicular e produz menos detritos apicais.

3. OBJETIVO

3.1. Geral

O objetivo do estudo foi comparar dois tipos de sistemas de instrumentação rotatória em relação as suas características de superfície e analisar o desvio apical proporcionado após o preparo químico-mecânico.

3.2. Específicos

- Analisar as características de superfície dos instrumentos dos sistemas *Logic* e *VDW Rotate* e quantificá-las quanto a presença de rebarbas, por meio do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), antes e após o uso em canais simulados;
- Avaliar o desvio apical proporcionado pelos instrumentos dos sistemas *Logic* e *VDW Rotate* após a instrumentação dos canais simulados;
- Verificar o desgaste dos instrumentos *Logic* e *VDW Rotate* e dos blocos de resina, avaliando a massa inicial e final, por meio da pesagem em balança eletrônica analítica, após o preparo endodôntico dos canais simulados.

4. METODOLOGIA

4.1. Desenho do estudo

Este estudo foi classificado como quantitativo, experimental *in vitro* controlado, do tipo ensaio laboratorial.

4.2. Local do estudo

Realizado no Centro Multiusuário para Análise de Fenômenos Biomédicos – CMABIO na Universidade do Estado do Amazonas (UEA) e na Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (FAO-UFAM).

4.3. Seleção da amostra

Baseado no estudo anterior de GONÇALVES et al. (2024) o cálculo amostral foi realizado pelo *software Sealed Envelope*, resultando no número de 15 repetições para cada grupo, com um alfa de 0.05, beta de 0.80, para detectar diferenças de 40% entre os grupos estudados.

Foram utilizados para este estudo 30 canais simulados curvos confeccionados em blocos transparentes de resina (IM do Brasil Ltda. São Paulo, Brasil), com angulação da curvatura de 32°, raio de curvatura de 3 milímetros (mm) e 16 mm de comprimento (Figura 1), no intuito de padronizar as amostras. Para a realizar a etapa de instrumentação dos canais simulados, cada instrumento e bloco foi numerado e uma amostra aleatória foi realizada dos instrumentos *Logic 25.06* (Easy Equipamentos Odontológicos, Belo Horizonte, MG, Brazil) e *VDW Rotate 25.06* (VDW, Munique, Alemanha), sendo divididos em dois grupos, totalizando 30 instrumentos. No grupo 01 (G1), foram utilizados 15 instrumentos *Logic 25.06* e no grupo 02 (G2), 15 instrumentos *VDW Rotate 25.06*. Cada instrumento foi utilizado uma única vez e passaram por pesagem na balança eletrônica analítica, antes e após o uso, assim como os blocos de resina.



Figura 1 – Blocos de resina de canal simulado.

4.4. Análise da superfície dos instrumentos antes do uso por Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Os instrumentos foram retirados da embalagem e fixados através de uma fita carbono no porta amostra do Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) (Jeol, JSM-IT500HR, Centro Multiusuário para Análise de Fenômenos Biomédicos da Universidade do Estado do Amazonas – CMABIO, Manaus, AM), sem nenhum tipo de processo de limpeza prévia, sendo manipulados através da haste de acionamento com auxílio de uma pinça clínica para que não houvesse qualquer tipo de contaminação que viesse a comprometer a avaliação da superfície. Os instrumentos de ambos os grupos foram identificados e numerados separadamente.

Os instrumentos endodônticos ficaram posicionados em um suporte metálico no MEV para aquisição de imagens (eletromicrografias), utilizando como referência para leitura da parte ativa, um ponto no cabo do instrumento, com o sulco de entalhe voltado para cima, obtendo-se a primeira imagem. Em seguida, realizou-se análise das imagens da parte ativa dos instrumentos, realizando as eletromicrografias com aumento de 190 vezes em três pontos: ponta do instrumento, 2º mm e 4º mm aquém da ponta (Figura 2). O mesmo processo foi repetido estando o sulco de entalhe voltado para baixo para aquisição de uma segunda imagem, possibilitando a visualização da parte ativa dos instrumentos em ambos os lados e novamente feita as eletromicrografias nos três pontos. Após a tomada das eletromicrografias, as imagens

foram armazenadas em um disco rígido portátil e os instrumentos guardados em tubos tipo *Eppendorf* de acordo com a numeração dos espécimes (Figura3).

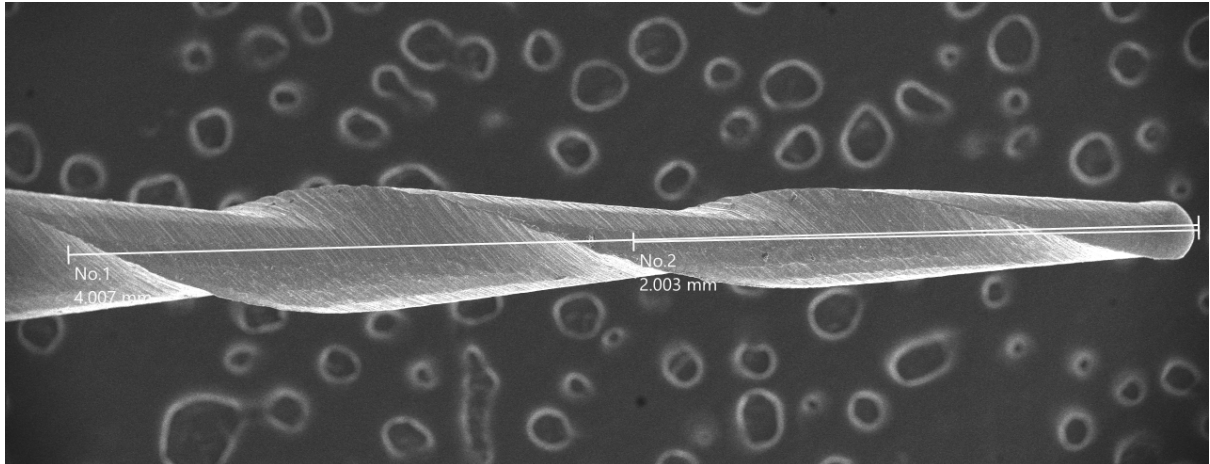


Figura 2 – Eletromicrografia com identificação dos pontos analisados: ponta, 2º mm e 4º mm.

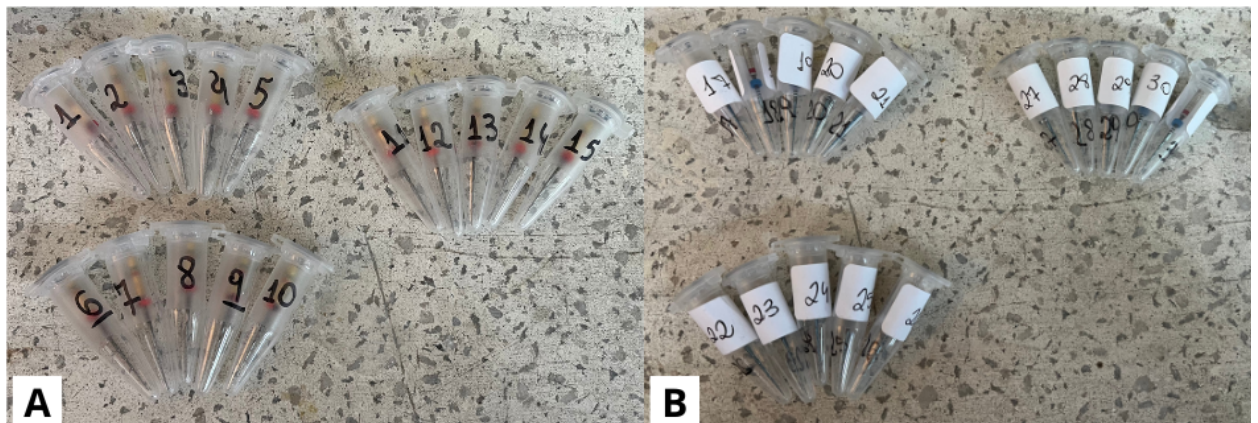


Figura 3 – Instrumentos endodôntico identificados de acordo com os grupos.
A) Grupo 01; B) Grupo 02.

4.5. Pesagem dos espécimes

Cada instrumento e bloco de resina foi pesado com auxílio de uma balança eletrônica analítica AA-200 (*Denver Instrument Company*, Denver, Colorado, Estados Unidos) de alta precisão (Figura 6), antes e após a instrumentação dos canais simulados, para avaliar o desgaste e a quantidade de massa perdida dos instrumentos e dos blocos de resina após o preparo químico-mecânico (Figura 7).

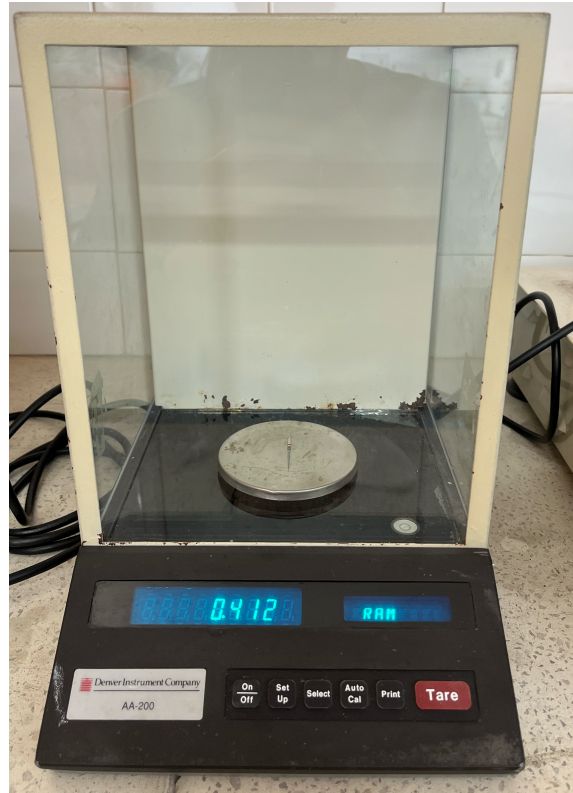


Figura 6 – Balança eletrônica analítica.

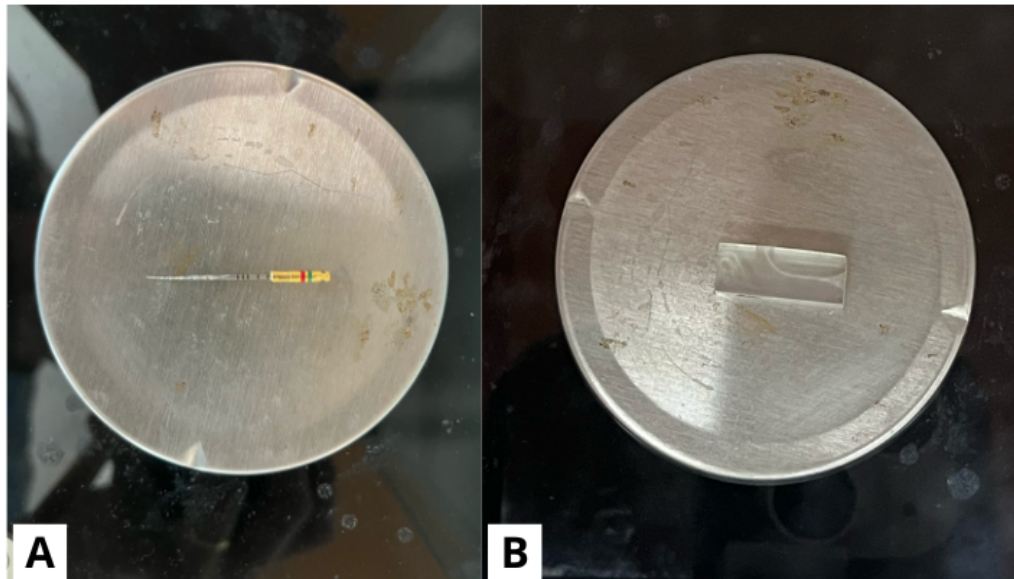


Figura 7 – Pesagem dos espécimes. A) Instrumento; B) Bloco de resina.

4.6. Instrumentação dos canais simulados

Cada bloco de resina ficou posicionado em um mini torno de bancada durante o preparo dos canais simulados. Inicialmente, foi realizado o cateterismo com

instrumento manual tipo K #15 (*Dentsply-Maillefer*, Ballaigues, Suíça) nos canais de ambos os grupos, diminuindo 0,5 mm do comprimento de trabalho (CT). A cada troca de instrumento, o conduto simulado foi irrigado com 1ml de solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5% com auxílio de pontas *NaviTip* amarela (*Ultradent Products Inc.*, South Jordan, Utah, Estados Unidos) e seringa plástica descartável (*Ultradent Products Inc.*, South Jordan, Utah, Estados Unidos). Os instrumentos tipo K foram utilizados até quatro vezes, sendo substituídos após esses usos.

Após o cateterismo, seguiu para a instrumentação rotatória dos dois grupos, sendo acionados por meio de motor endodôntico *X-Smart Plus* (*Dentsply-Maillefer*, Ballaigues, Suíça), com controle de velocidade de 650 rpm e torque 4 para o sistema *Logic 25.06* (Grupo 01) e 350 rpm com torque de 2.3 para os instrumentos *VDW Rotate 25.06* (Grupo 02), em movimentos de vaivém, com avanços e retrocessos. O limite de instrumentação foi estabelecido a 0,5 mm do CT, utilizando-se um único alargador durante o processo, com irrigação constante de NaOCl a 2,5%. A sequência de instrumentação está ilustrada na figura 4.

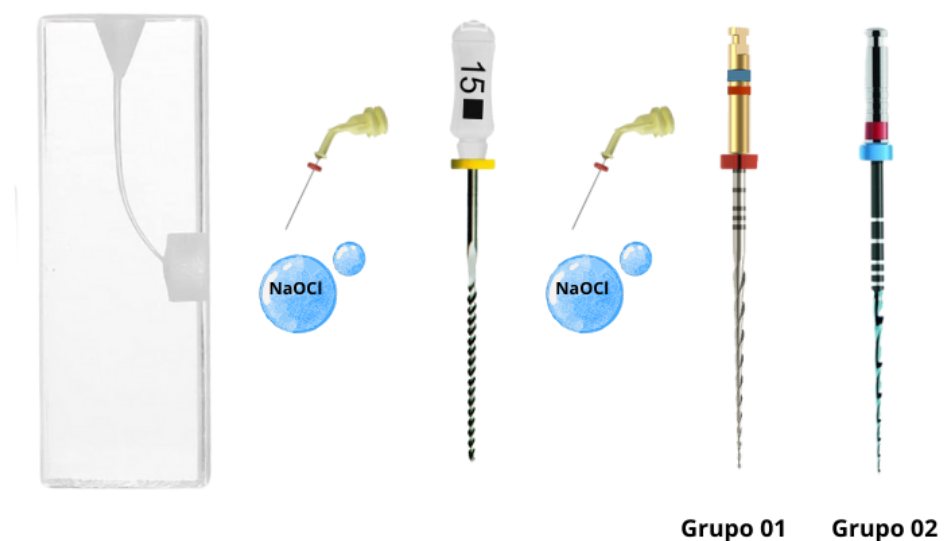


Figura 4 – Sequência ilustrativa da instrumentação.

4.7. Análise da superfície dos instrumentos após a instrumentação por Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV).

Os instrumentos dos dois grupos foram utilizados para a instrumentação dos canais simulados apenas uma vez, sendo analisados novamente no MEV após a instrumentação, para obtenção de novas eletromicrografias, com aumento de 190 vezes em três pontos: ponta do instrumento, 2º mm e 4 mm aquém da ponta. Ao fim do preparo do canal, os instrumentos passaram pelo processo de limpeza com água e detergente enzimático *Endozime*, em cuba ultrassônica (Cristófoli, Campo Mourão, Brasil) com sistema de aquecimento, durante 10 minutos e posteriormente, submetidos ao processo de esterilização em autoclave, previamente a segunda análise do MEV.

4.8. Avaliação das eletromicrografias

Após a análise das superfícies dos instrumentos de ambos os grupos e aquisição das imagens pelo MEV, totalizando 180 imagens, frente e verso, antes e após a instrumentação, cada eletromicrografia foi analisada quanto a presença de rebarbas e outras características significativamente relevantes.

Com auxílio do *software Fiji (Software ImageJ)*, as áreas dos instrumentos que apresentaram rebarbas ou outras irregularidades foram avaliadas, mensuradas em milímetros quadrados e quantificadas de acordo com a localização, distribuição e tamanho nos três pontos descrito anteriormente. Para esta análise, o programa passou por uma calibração a partir da mensuração da parte ativa do instrumento com paquímetro digital e os dados passados para o software, tendo a distância reconhecida (Figura 5).

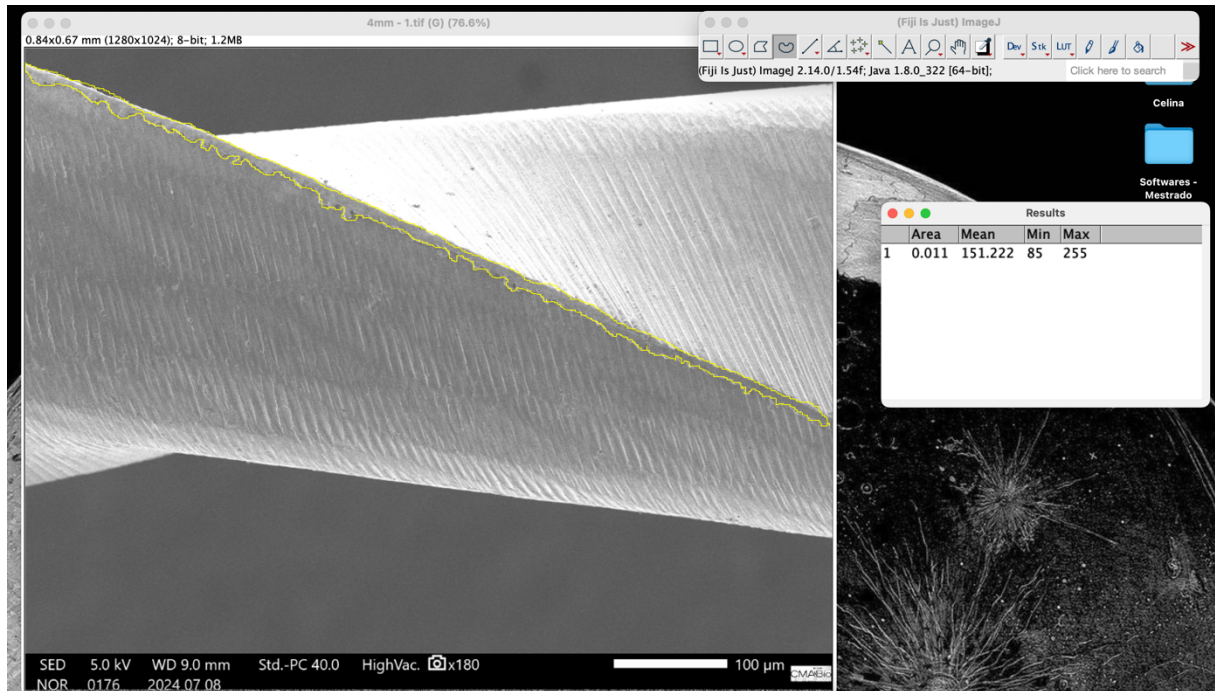


Figura 5 – Mensuração da área do defeito do tipo rebarbas (em amarelo).

4.9. Análise do desvio apical

Para avaliar o desvio apical proporcionado pelos instrumentos após a instrumentação dos canais simulados de ambos os grupos, cada bloco de resina foi fotografado de forma padronizada antes e após a instrumentação endodôntica (Figura 8). As fotografias foram feitas obedecendo uma distância focal padronizada entre a lente da câmera e o bloco de 32 cm, estando os blocos posicionados em uma plataforma adequada confeccionada para o estudo.

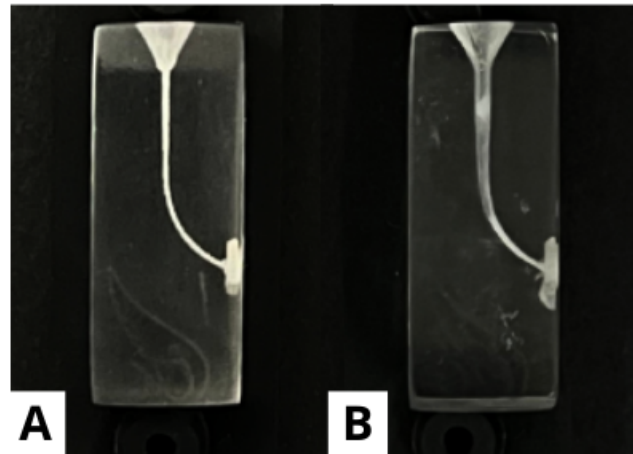


Figura 8 – Blocos de resina. A) Antes da instrumentação; B) Após instrumentação.

A análise do desvio foi inicialmente realizada através do *Software Photoshop CS6* pela técnica de imagens digitais duplas para sobrepor as imagens (Figura 9) e em seguida, a mensuração do desvio apical realizada mediante a distância da parede interna antes da instrumentação até a parede externa do canal simulado após a instrumentação, sendo obtida pelo *Fiji (Software ImageJ)* (Figura 10). Foram estabelecidos quatro pontos de referências: 1°, 2°, 3°, 4° milímetros aquém do ápice para determinar o desvio e posteriormente submetidos a análise com nível de significância de 5%. A equação utilizada para o cálculo foi $DA = Fi - Fe$, sendo Fi representando o desgaste realizado na face interna do canal simulado, e Fe , o desgaste da face externa.

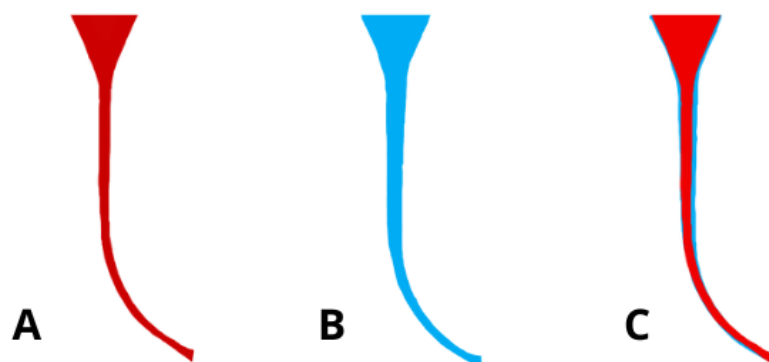


Figura 9 – Imagens do canal radicular simulado. A) Antes da instrumentação; B) Após a instrumentação; C) Canais sobrepostos.

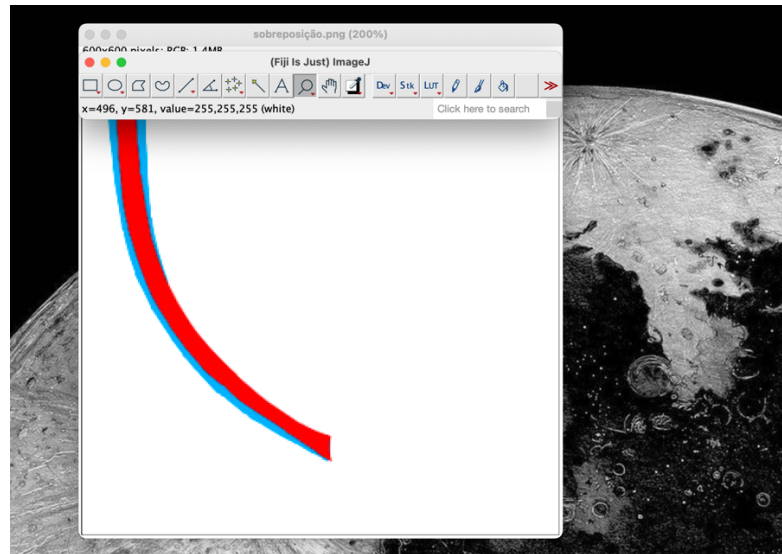


Figura 10 – Mensuração para análise do desvio, utilizando o programa Fiji (Software ImageJ).

4.10. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o programa *GraphPad InStat* para *Windows* (*GraphPad Software*, La Jolla, California, Estados Unidos). A normalidade dos dados, avaliada pelo teste de *Kolmogorov e Smirnov*. Notou-se distribuição normal para os dados referentes à pesagem dos instrumentos e dos blocos, sendo necessário o uso do teste estatístico ANOVA para verificar possíveis diferenças entre os grupos e posteriormente os testes de comparações múltiplas de *Turkey-Kramer* e *de Bartlett*, respectivamente. As análises das superfícies dos instrumentos e o desvio apical demonstraram uma distribuição não normal, sendo necessário passarem pelo teste não paramétrico de *Kruskal-Wallis* e em seguida, o teste de múltiplas comparações de *Dunn*.

5. RESULTADOS

5.1. Pesagem dos espécimes – Instrumentos

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade, e em seguida, realizada uma análise de variância, observando a existência de diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,0001$) entre os grupos, antes da instrumentação, com o grupo 01 (G1) (*Logic*) apresentando um peso inferior em comparação ao grupo 02 (G2) (VDW *Rotate*). Essa diferença foi mantida após a instrumentação (Figura 11). Quando comparado os pesos entre si, dentro dos grupos, *Logic* e VDW *Rotate* não tiveram diferenças significantes ($p > 0,05$) antes e após o uso.

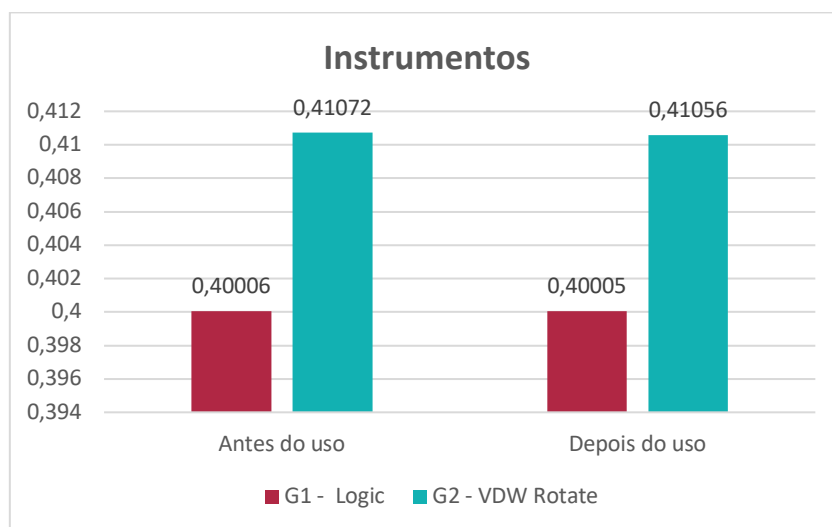


Figura 11 - Representação da média dos valores da pesagem dos instrumentos antes e depois da instrumentação em canais simulados.

5.2. Pesagem dos espécimes – Blocos

Em relação aos desgastes observados nos blocos de resina, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). As médias dos valores obtidos situaram-se dentro da margem de variação esperada, sem apresentar discrepâncias relevantes nos desvios padrão após a realização da análise e dos testes estatísticos aplicados. Dessa forma, os resultados indicam que ambos os grupos apresentaram comportamento semelhante em relação a quantidade de material removido e à perda de massa, como mostra a Figura 12.

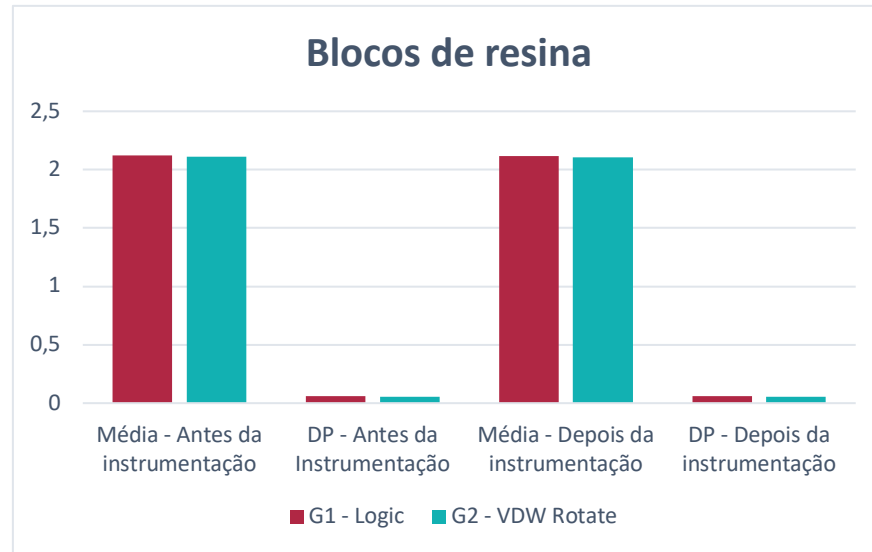


Figura 12 – Valores representativos das médias e desvios-padrão (DP) antes da instrumentação e dos desgastes após a instrumentação dos canais simulados.

5.3. Análise da superfície dos instrumentos – Rebarbas

Foram analisadas 180 eletromicrografias obtidas das análises dos instrumentos no MEV, antes e após a instrumentação dos canais simulados, em três pontos distintos: ponta, 2mm e 4mm iniciais da parte ativa, de ambos os lados. Na análise dos dados foram observadas diferenças estatisticamente significativas em determinadas regiões dos instrumentos, antes e depois do uso, quando comparado o 2º mm do G1 com a ponta do mesmo grupo, a ponta do G2 com a ponta do G1, o 2ºmm do G2 com a ponta do G1 e o 4ºmm do G2 com a ponta do G1, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Regiões dos instrumentos que apresentaram diferenças significativas quanto a presença de rebarbas.

ÁREA DO DEFEITO	DIFERENÇA ESTATÍSTICA
<i>Antes x Depois</i>	
G1 <i>Logic</i> – 2ºmm x G1 <i>Logic</i> - Ponta	$p < 0,01$
G2 <i>VDW Rotate</i> - Ponta x G1 <i>Logic</i> - Ponta	$p < 0,01$
G2 <i>VDW Rotate</i> – 2ºmm x G1 <i>Logic</i> - Ponta	$p < 0,05$
G2 <i>VDW Rotate</i> – 4ºmm x G1 <i>Logic</i> - Ponta	$p < 0,05$

Os valores médios das análises das rebarbas na superfície dos instrumentos estão apresentados na Figura 13, antes e após o uso, respectivamente. Através da análise gráfica, é possível observar uma diminuição das rebarbas após o uso.

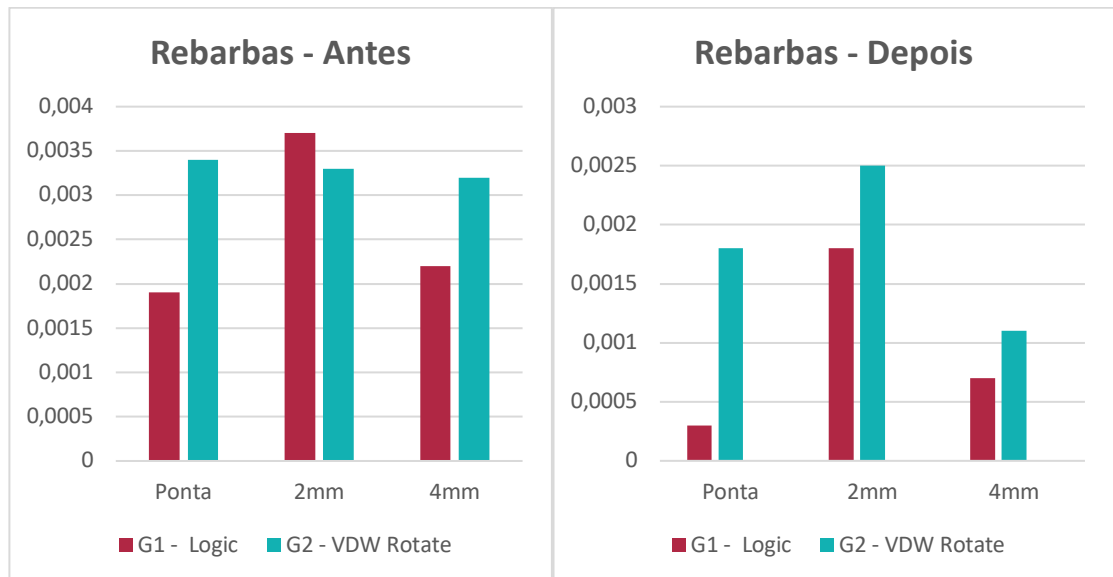


Figura 13 – Médias das análises dos defeitos do tipo rebarbas nos instrumentos 25.06 do grupo 01 (*Logic*) e grupo 02 (*VDW Rotate*) antes e depois da instrumentação de canais simulados.

Todos os sistemas apresentaram defeitos do tipo rebarbas na superfície decorrentes do processo de fabricação, além disso, foi possível observar a presença de ranhuras e materiais aderidos. Notou-se que os instrumentos *VDW Rotate* demonstrou um acabamento superficial mais uniforme em comparação aos instrumentos *Logic*. As figuras 14 e 15 destacam os defeitos de rebarbas presentes nas arestas de corte dos instrumentos analisados.

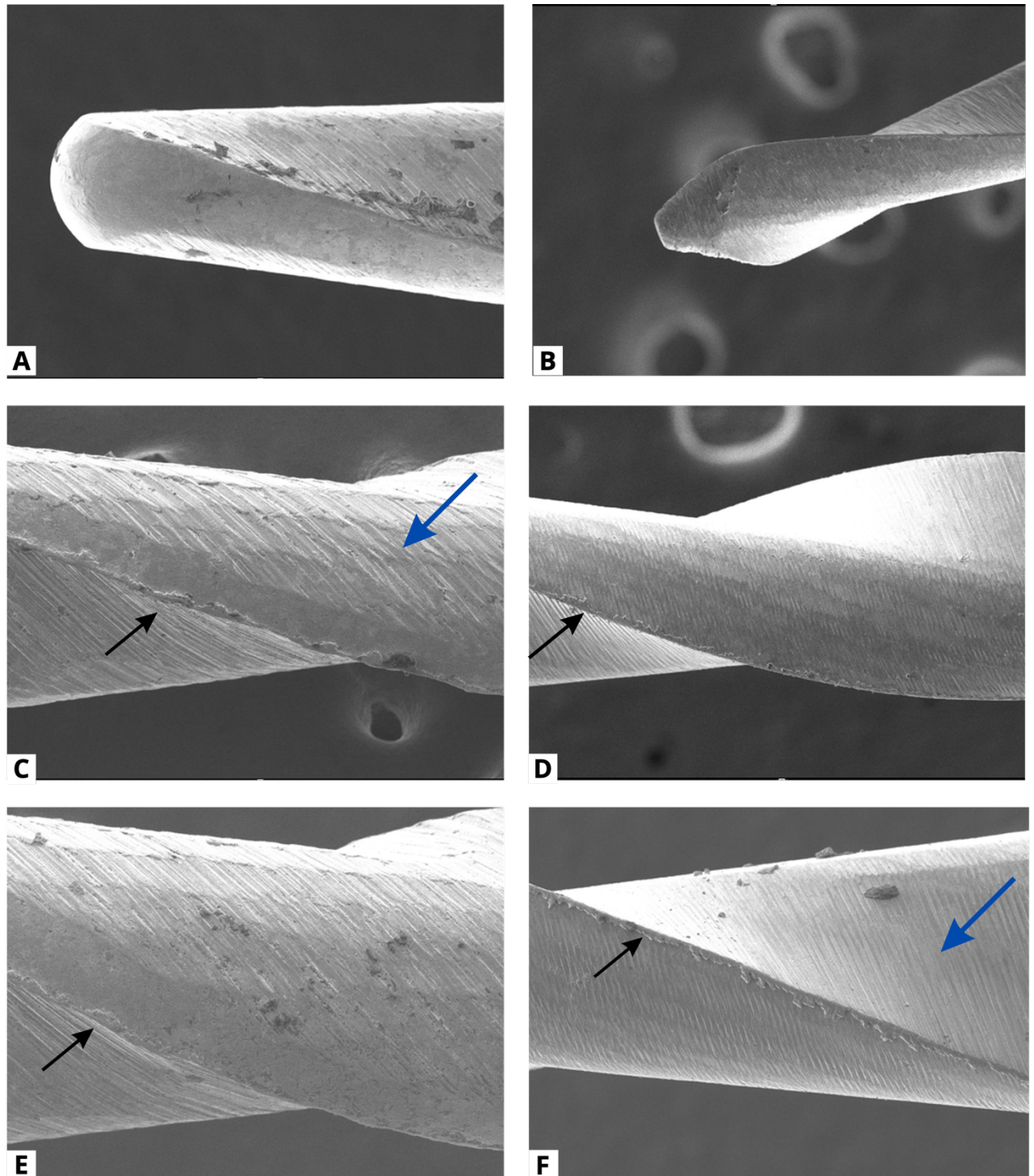


Figura 14 – Eletromicrografias antes do uso destacando a presença de defeitos nos instrumentos dos dois grupos. A e B) Ponta do instrumento - *Logic* e *VDW Rotate*, respectivamente; C) Região do 2º mm – *Logic*, destacando as rebarbas (seta preta) e ranhuras (seta azul); D) Região do 2º mm – *VDW Rotate*, destacando as rebarbas (seta preta); E) Região do 4º mm – *Logic* evidenciando rebarbas (seta preta) e F) Região do 4º mm – *VDW Rotate*, com destaque das rebarbas (seta preta) e ranhuras (seta azul).

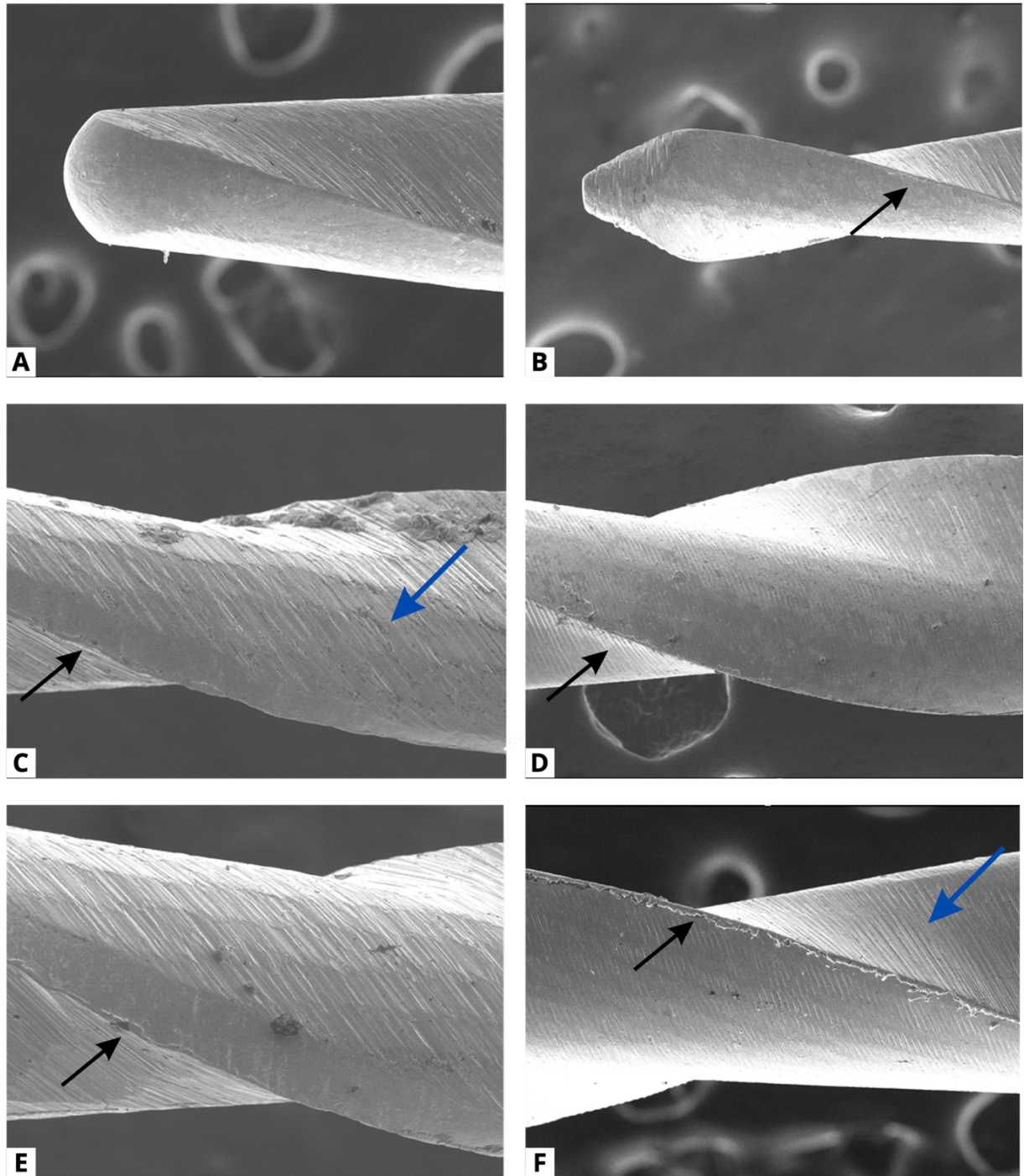


Figura 15 - Eletromicrografias após o uso destacando a presença de defeitos nos instrumentos dos dois grupos. A) Ponta do instrumento - *Logic*; B) Ponta do instrumento - *VDW Rotate* destacando a presença de rebarbas (seta preta); C) Região do 2º mm – *Logic*, destacando as rebarbas (seta preta) e ranhuras (seta azul); D) Região do 2º mm – *VDW Rotate*, destacando as rebarbas (seta preta); E) Região do 4º mm – *Logic* evidenciando rebarbas (seta preta) e F) Região do 4º mm – *VDW Rotate*, com destaque das rebarbas (seta preta) e ranhuras (seta azul).

5.4. Desvio Apical

Os desvios apicais foram avaliados nos 1º, 2º, 3º e 4º milímetros do terço apical dos canais simulados. Ambos os sistemas de instrumentação apresentaram algum grau de desvio, conforme demonstrado na Tabela 2. Contudo, a maioria desses desvios não apresentaram significância estatística ($p > 0,05$). Além disso, o grupo 01 mostrou uma tendência maior de desgaste para a face interna, enquanto o grupo 02, para a face externa.

Tabela 2. Valores da média dos desvios do 1º, 2º, 3º e 4º milímetros do terço apical. A média foi calculada a partir da equação $DA = Fi - Fe$.

Desvio	G1 – <i>Logic</i>	G2 – <i>VDW Rotate</i>
	Média ± Desvio Padrão	Média e Desvio ± Padrão
1º mm	-0,0013 ± 0,0602	-0,0406 ± 0,0560
2º mm	0,0280 ± 0,0727	-0,0180 ± 0,0463
3º mm	0,0140 ± 0,0823	-0,0080 ± 0,0456
4º mm	0,0233 ± 0,0757	0,0326 ± 0,0533
n	15	15

A sobreposição dos canais foi realizada através da técnica de imagens digitais duplas, antes e após a instrumentação, está ilustrada na figura 16, podendo notar o desvio proporcionado pelos instrumentos após o uso.

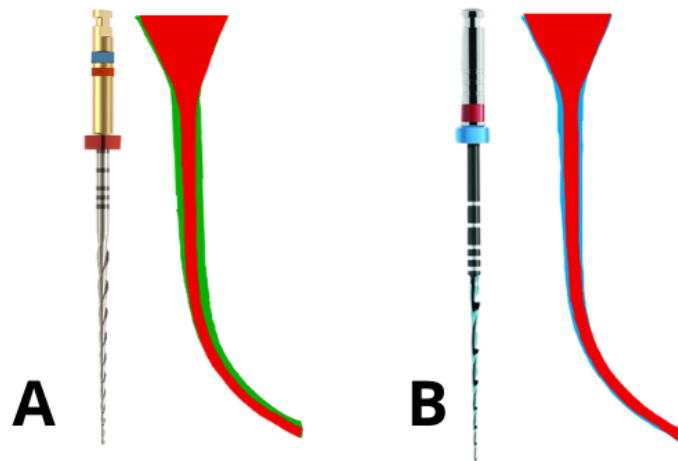


Figura 16 – Sobreposição dos canais. A) G1 - *Logic* antes (vermelho) e depois (verde) da instrumentação; B) G2 – *VDW Rotate* antes (vermelho) e depois (azul) da instrumentação.

Todos os dados das análises do trabalho estão dispostos no apêndice.

6. DISCUSSÃO

As rebarbas em instrumentos endodônticos, assim como outros defeitos presentes na superfície ou nos cortes ativos destes, podem trazer consequências em seu desempenho e no resultado do tratamento endodôntico, tornando-se de grande valia estudos que avaliem sua performance durante o uso, assim como a modelagem do canal através da análise do desvio, conforme o objetivo deste trabalho.

Todos os sistemas analisados apresentaram algum grau de defeito superficial, tanto antes, quanto após o uso em canais simulados. Para esta análise, utilizou-se o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV), que demonstrou ser uma ferramenta altamente eficaz, permitindo uma visualização detalhada das áreas com defeitos. Essa eficiência já foi destacada em outros estudos, reforçando sua relevância para investigações desse tipo (HANAN et al. 2015; BASTOS et al. 2017; GONÇALVES et al. 2024). Tais características eram esperadas e foram previamente descritas na literatura, corroborando os achados de trabalhos anteriores (HANAN et al. 2015; BASTOS et al. 2017; GONÇALVES et al. 2024; MORAIS et al. 2024).

Esses defeitos originam-se tanto durante o processo de fabricação, quanto em decorrência de uso repetido e, embora o foco principal desta pesquisa tenha sido os defeitos do tipo rebarbas, também foram identificados outros tipos de imperfeições, como materiais aderidos e ranhuras decorrentes do processo de usinagem, além do sistema VDW *Rotate* apresentar um acabamento superficial mais uniforme em comparação aos instrumentos *Logic*, em consonância ao estudo de MORAIS et al. (2024).

Neste estudo, observou-se uma diminuição da presença das rebarbas após a instrumentação em comparação a ponta, em ambos os grupos analisados, podendo essa diferença ser atribuída ao fato da ponta do instrumento apresentar menor conicidade e não possuir arestas de corte, características que concentram a área suscetível à formação de rebarbas. Essa constatação foi possível por conta da metodologia empregada, que permitiu a quantificação precisa dos tamanhos desses defeitos. Até o momento, não foram encontrados estudos anteriores que utilizassem essa mesma abordagem metodológica para avaliar de forma precisa a extensão das rebarbas. Esses resultados contrastam com estudos prévios, que reportaram aumento ou manutenção dos tamanhos dos defeitos em outros instrumentos, com base em análises predominantemente qualitativas (HANAN et al. 2015; BASTOS et al. 2017).

Novos estudos serão de grande valia para observar essas características após usos repetidos, se essas rebarbas irão aumentar após um segundo uso e novamente serem perdidas ou removidas conforme a reutilização.

Apesar da redução das rebarbas observada, a presença dessas e de outros defeitos ainda pode ser motivo de preocupação em situações de uso repetido dos alargadores, uma prática comum na realidade clínica. Essa preocupação é reforçada pela possibilidade de acúmulo de detritos orgânicos na superfície dos instrumentos, o que pode comprometer sua eficácia e segurança durante os procedimentos (BENNETT et al. 2017).

A análise da pesagem dos instrumentos revelou diferenças significativas nos pesos dos espécimes entre os grupos estudados, tanto antes quanto após o uso, indicando uma perda de massa em ambos os sistemas após a instrumentação. Essa perda pode estar associada a redução da extensão das rebarbas, ao desgaste ou a remoção da camada superficial de óxido de titânio. É possível que a massa perdida tenha permanecido no interior do canal, sendo posteriormente removida por arraste mecânico juntamente com a solução irrigante. Em um cenário clínico, essa massa perdida pode constituir a *smear layer* formada durante o preparo químico-mecânico, sugerindo a necessidade de estudos adicionais para investigar essa hipótese. Além disso, as diferenças iniciais de peso entre os sistemas podem ser atribuídas ao tipo de material utilizado na confecção da haste de acionamento dos instrumentos, influenciando diretamente essas variações. Apesar da pesagem dos espécimes ter se mostrado uma abordagem eficiente, não foi possível determinar precisamente o teor dos metais perdidos na liga e a massa do elemento químico, uma vez que os elementos possuem pesos diferentes. Nesse sentido, sugere-se a aplicação de métodos mais precisos para análises quantitativas, como a Espectroscopia de Energia Dispersiva (EDS), que já tem sido explorada em outros estudos. (BASTOS et al. 2017).

Foram escolhidos blocos de canais simulados em resina no presente trabalho para verificar o grau de desgastes dos instrumentos e o desvio apical após o uso como forma de padronizar as amostras. Os blocos de resina diferem das condições clínicas habituais e apresentam uma dureza superficial inferior, ocorrendo um efeito de aquecimento que favorece o corte (GONÇALVES et al. 2024), entretanto, podem promover uma melhor padronização e redução da variação da anatomia dos sistemas de canais radiculares (ELEMAM et al., 2024). Apesar de haver algumas limitações, neste estudo mostrou-se uma técnica eficiente para o que foi proposto.

A técnica de imagens digitais duplas para sobrepor as imagens foi usada neste estudo, sobrepondo imagens pré e pós-instrumentação com auxílio de um *software*. Este método permite avaliar a tendência dos instrumentos em manter uma anatomia mais próxima do original e apesar da avaliação ser apenas em duas direções, permite padronizar as amostras de forma simples e sem grandes custos (ELEMAM et al., 2024).

A geometria da seção transversal exerce um papel fundamental no desempenho mecânico e nas propriedades de torção e flexão dos instrumentos, podendo essa variação causar diferentes impactos na forma final do canal (KIM et al., 2009), entretanto, mesmo os sistemas utilizados neste estudo apresentarem seções transversais distintas, não foram observadas variação significativa nos desgastes dos blocos de resina entre os grupos, e os instrumentos demonstraram um padrão de desgaste semelhante em ambos os grupos, indo em desacordo com um trabalho anterior, que demonstrou que o instrumento *Rotate* teve maior capacidade de corte em comparação ao sistema *Logic* (MORAIS et al., 2024)

Outro parâmetro relevante é a cinemática de acionamento dos instrumentos, que, neste estudo, foi a rotação contínua. Trabalhos anteriores observaram que instrumentos com movimento recíprocante apresentaram menor valor de transporte em comparação à rotação contínua (AHN; KIM; KIM 2016). No entanto, em uma pesquisa, verificou que o uso de instrumentos em movimento rotatório ou recíprocante, incluindo sistemas de lima única, apresentaram valores comparáveis, sem diferenças estatisticamente significativas entre os sistemas ou movimentos (NAGENDRABABU; HANY; AHMED, 2019). Neste trabalho, os dois sistemas de rotação contínua desviaram de forma semelhante, sem diferenças significativas, entretanto, o grupo 01 mostrou uma tendência maior de desgaste para a face interna, enquanto o grupo 02, para a face externa, diferindo dos achados de OREL et al., (2022) que observou uma tendência menor de desgaste na parede interna de outro sistema rotatório.

Diversos avanços vêm sendo feitos para aprimorar as ligas de Ni-Ti, como o tratamento térmico antes ou após o processo de usinagem, permitindo maior resistência e flexibilidade aos instrumentos, reduzindo os riscos durante a instrumentação. O sistema *Logic* passa pelo processo após a usinagem, recebendo um tratamento térmico com memória controlada, o que lhe confere maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica e torcional (MACHADO et al. 2022). Os instrumentos

VDW *Rotate*, por sua vez, possuem uma coloração azulada devido à formação de uma camada de óxido de titânio durante o aquecimento, recebendo também um tratamento pós-usinagem, porém, com outro método de tratamento de alta temperatura, aumentando sua eficiência de corte (MORAIS et al., 2024). Apesar dessas diferenças entre os métodos de tratamento térmico, ambos os instrumentos neste estudo não demonstraram diferenças na instrumentação e desvio dos canais. Esses achados vão de acordo com ALMEIDA et al. (2015), que em seu trabalho verificou que o tratamento térmico parece não influenciar de forma direta nas alterações de conformidade após o preparo mecânico.

Com este estudo foi possível evidenciar o impacto dos instrumentos rotatórios submetidos ao tratamento térmico, destacando sua influência no desempenho e na modelagem dos sistemas de canais radiculares. Apesar da ocorrência de defeitos superficiais decorrentes dos processos de fabricação, os sistemas de NiTi submetidos a esse tratamento representam, atualmente, uma opção mais segura e eficaz para o tratamento endodôntico. Recomenda-se a realização de estudos adicionais que avaliem, de forma aprofundada, o desempenho desses instrumentos, considerando suas características mecânicas e resistência à fadiga. Além disso, sugere-se a aplicação de metodologias mais avançadas para a análise dos desgastes e desvios dos sistemas de instrumentação.

7. CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada e os resultados obtidos podemos concluir que:

- Foi apontada diferença estatisticamente significativa entre os pesos iniciais e finais dos instrumentos do grupo 01 (*Logic*) e grupo 02 (VDW *Rotate*), resultando em perda de massa após o uso. O sistema *Logic* apresentou um peso inferior ao sistema VDW *Rotate*;
- Não foram observadas alterações significativas na pesagem dos blocos de resina, ambos os grupos foram semelhantes em relação a quantidade de material removido e à perda de massa;
- Os dois sistemas apresentaram rebarbas, ranhuras e materiais aderidos devido ao processo de fabricação, observando uma diminuição no número de rebarbas após a instrumentação e diferenças estatísticas em determinados pontos;
- Não ocorreu diferença em relação ao desvio apical, entretanto, o grupo 01 mostrou uma tendência maior de desgaste para a face interna, enquanto o grupo 02, para a face externa.

8. REFERÊNCIAS

AHN, S. Y.; KIM, H. C.; KIM, E. Kinematic effects of nickel-titanium instruments with reciprocating or continuous rotation motion: a systematic review of in vitro studies. ***Journal of Endodontics***, [s.l.]: Elsevier Inc., 1 jul. 2016

ALMEIDA, B. C. de et al. Influence of heat treatment of nickel-titanium rotary endodontic instruments on apical preparation: a micro-computed tomographic study. ***Journal of Endodontics***, v. 41, n. 12, p. 2031–2035, 2015

ALOVISI, M. et al. Micro-CT evaluation of rotary and reciprocating glide path and shaping systems outcomes in maxillary molar curved canals. ***Odontology***, v. 110, n. 1, p. 54, 1 jan. 2022.

ALRAHABI, A. M. K.; ATTA, R. M. Surface nanoscale profile of WaveOne, WaveOne Gold, Reciproc, and Reciproc blue, before and after root canal preparation. ***Odontology***, v. 107, n. 4, p. 500–506, 1 out. 2019.

ARIAS, A.; PETERS, O. A. Present status and future directions: Canal shaping. ***International Endodontic Journal*** John Wiley and Sons Inc. 1 maio 2022.

BASTOS, M. M. B. et al. Topographic and chemical analysis of reciprocating and rotary instruments surface after continuous use. ***Brazilian Dental Journal***, v. 28, n. 4, p. 461–466, 1 jul. 2017.

BENNETT, J. et al. Analysis of surface characteristics of protaper universal and protaper next instruments by scanning electron microscopy. ***Journal of Clinical and Experimental Dentistry***, v. 9, n. 7, p. e879–e885, 1 jul. 2017.

CAMPOS, G. O. 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. 2, p. 472–477, 8 jul. 2023.

CHIANELLO, G. et al. Surface finishing of rotary instruments 109. Surface finishing of unused rotary endodontic instruments: a SEM study. **Braz Dent J**. V.19,n.2, p.109-13, 2008

CHIEN, P. Y. H. et al. Mechanical and Metallurgical Characterization of Nickel-Titanium Wire Types for Rotary Endodontic Instrument Manufacture. **Materials**, v. 15, n. 23, 1 dez. 2022.

DE-DEUS, G. et al. Extended cyclic fatigue life of F2 ProTaper instruments used in reciprocating movement. **International endodontic journal**, v. 43, n. 12, p. 1063–1068, dez. 2010.

DENTSPLY SIRONA. **VDW.ROTATE**. Disponível em: <https://vdwdental.com.br/br/rotatoria/>. Acesso em: 17 jan. 2025.

DRUKTEINIS, S. et al. Shaping and centering ability, cyclic fatigue resistance and fractographic analysis of three thermally treated niti endodontic instrument systems. **Materials**, v. 13, n. 24, p. 1–13, 2 dez. 2020.

EASY BASSI. **Logic**. Disponível em: <https://easybassi.com.br/produto/logic/>>. Acesso em: 17 jan. 2025.

ELEMAM, R. F. et al. In Vitro Research Methods Used to Evaluate Shaping Ability of Rotary Endodontic Files: A Literature Review. **Dentistry Journal Multidisciplinary** Digital Publishing Institute (MDPI). 1 out. 2024.

ERTUĞRUL, İ. F.; ORHAN, E. O. Cyclic fatigue and energy-dispersive X-ray spectroscopy examination of the novel ROTATE instrument. **Microscopy Research and Technique**, v. 82, n. 12, p. 2042–2048, 1 dez. 2019.

FERREIRA, F. et al. Movement kinematics and cyclic fatigue of NiTi rotary instruments: a systematic review. **International Endodontic Journal**, v. 50, n. 2, p. 143–152, 1 fev. 2017.

GONÇALVES, A. N. et al. Apical transportation of manual NiTi instruments and a hybrid technique in severely curved simulated canals. **Journal of Conservative Dentistry**, v. 18, n. 6, p. 436–439, 1 nov. 2015.

GONÇALVES, T. L. et al. Apical transportation and surface characteristics of thermally-treated reciprocating instruments after endodontic reintervention. **Giornale Italiano di Endodonzia**, v. 38, n. 1, p. 46–57, 14 mar. 2024.

HANAN, A. R. A. et al. Surface characteristics of reciprocating instruments before and after use - A SEM analysis. **Brazilian Dental Journal**, v. 26, n. 2, p. 121–127, 2015.

HASHEMINIA, S. M. et al. Apical transportation with different root canal preparation techniques using EdgeEvolve rotary instruments. **Dental Research Journal**. [s.l.: s.n.]. 26 set. 2022

KIM, H. C. et al. Mechanical response of nickel-titanium instruments with different cross-sectional designs during shaping of simulated curved canals. **International Endodontic Journal**, v. 42, n. 7, p. 593–602, jul. 2009.

KIM, H. C. et al. Micro-computed tomography and scanning electron microscopy comparisons of two nickel-titanium rotary root canal instruments used with reciprocating motion. **Scanning**, v. 35, n. 2, p. 112–118, mar. 2013.

MACHADO, R. et al. Incidence of fracture of ProDesign Logic system instruments: A cross-sectional retrospective study. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, dez. 2022.

MADYTIANOS, B. et al. A critical evaluation of physical and manufacturing properties of genuine and counterfeit rotary nickel–titanium endodontic instruments. **Australian Dental Journal**, v. 68, n. 3, p. 179–185, 1 set. 2023.

MARTINS, J. N. R. et al. Comparative analysis of reciprocating and flat-side heat-treated rotary single-file systems: Design, metallurgical characteristics, and mechanical performance. **International Endodontic Journal**, v. 56, n. 7, p. 896–908, 1 jul. 2023.

MORAIS, R. C. et al. Analysis of Cutting Capacity, Surface Finishing, and Mechanical Properties of NiTi Instruments 25/.04: ROTATE and LOGIC 2. **Journal of Endodontics**, v. 50, n. 7, p. 982–988, 1 jul. 2024

NAGENDRABABU, V.; HANY, AHMED, M. A. Shaping properties and outcomes of nickel-titanium rotary and reciprocation systems using micro-computed tomography: a systematic review. **QUINTESSENCE INTERNATIONAL** |, v. 50, 2019.

OREL, L. et al. Comparative Assessment of the Shaping Ability of Reciproc Blue, WaveOne Gold, and ProTaper Gold in Simulated Root Canals. **Materials**, v. 15, n. 9, 1 maio 2022.

PAQUÉ, F.; ZEHNDER, M.; DE-DEUS, G. Microtomography-based comparison of reciprocating single-file F2 ProTaper technique versus rotary full sequence. **Journal of Endodontics**, v. 37, n. 10, p. 1394–1397, out. 2011.

PIRANI, C. et al. Wear and metallographic analysis of WaveOne and reciproc NiTi instruments before and after three uses in root canals. **Scanning**, v. 36, n. 5, p. 517–525, 1 set. 2014.

QINQIN Z, J. G. J. S. M. M. Y. L. AND X. W. Apically extruded debris, canal transportation, and shaping ability of nickel-titanium. **Journal of Oral Science**, v. 65, p. 203–208, 2023.

RAZCHA, C. et al. Micro-Computed Tomographic Evaluation of Canal Transportation and Centering Ability of 4 Heat-Treated Nickel-Titanium Systems. **Journal of Endodontics**, v. 46, n. 5, p. 675–681, 1 maio 2020.

SILVA, R. V. et al. Root canal shaping of curved canals by Reciproc Blue system and Pro Taper Gold: A micro-computed tomographic study. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 13, n. 2, p. e112, 2021.

USLU, G.; ÖZYÜREK, T.; YILMAZ, K. Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 1, p. 115–119, 1 jan. 2018.

VORSTER, M.; VAN DER VYVER, P. J.; PALEKER, F. Canal Transportation and Centering Ability of WaveOne Gold in Combination with and without Different Glide Path Techniques. **Journal of Endodontics**, v. 44, n. 9, p. 1430–1435, 1 set. 2018.

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

APÊNDICE

Apêndice 1 – Dados das pesagens dos instrumentos e dos blocos de resina.

INSTRUMENTOS	ANTES	DEPOIS
GRUPO 1 - LOGIC		
1	0.3977	0.3979
2	0.4033	0.4032
3	0.4005	0.4004
4	0.4008	0.4009
5	0.3978	0.3979
6	0.4015	0.4014
7	0.3971	0.3969
8	0.4012	0.4012
9	0.4019	0.4022
10	0.3995	0.3994
11	0.3999	0.3999
12	0.4026	0.4021
13	0.4015	0.4018
14	0.3978	0.3974
15	0.3978	0.3982
GRUPO 2 - ROTATE		
16	0.4113	0.4111
17	0.4120	0.4117
18	0.4100	0.4096
19	0.4102	0.4099
20	0.4106	0.4106
21	0.4110	0.4110
22	0.4092	0.4091
23	0.4114	0.4118
24	0.4093	0.4093
25	0.4107	0.4107
26	0.4107	0.4108
27	0.4093	0.4093
28	0.4120	0.4104
29	0.4120	0.4120
30	0.4112	0.4111

BLOCOS	ANTES	DEPOIS
GRUPO 1 - LOGIC		
1	2,1735	2,1690
2	2,1018	2,0980
3	2,1260	2,1223
4	2,2505	2,2467
5	2,1000	2,0963
6	2,1170	2,1131
7	2,2066	2,2028
8	2,1697	2,1662
9	2,1467	2,1426
10	2,0927	2,0888
11	2,0915	2,0878
12	2,0712	2,0669
13	2,0432	2,0378
14	2,1036	2,0994
15	2,0125	2,0074
GRUPO 2 - ROTATE		
16	2,1393	2,1351
17	2,1025	2,0993
18	2,1498	2,1463
19	2,2027	2,2000
20	2,0418	2,0386
21	2,1868	2,1849
22	2,1687	2,1653
23	2,0879	2,0845
24	2,0540	2,0513
25	2,0709	2,0675
26	2,0421	2,0391
27	2,1042	2,1003
28	2,0564	2,0529
29	2,0916	2,0898
30	2,1686	2,1643

Apêndice 2 – Dados das análises quantitativas da extensão da área das rebarbas na superfície dos instrumentos.

INSTRUMENTO	REBARBAS (área) - 190X - ANTES DO USO								
	Ponta			2mm			4mm		
	Baixo	Cima	Média	Baixo	Cima	Média	Baixo	Cima	Média
	GRUPO 01 - LOGIC								
1	0,002	0	0,001	0	0	0	0,002	0	0,001
2	0,022	0	0,011	0,01	0,003	0,0065	0,007	0,01	0,0085
3	0	0,003	0,0015	0,002	0	0,001	0,003	0	0,0015
4	0	0	0	0	0,002	0,001	0,003	0	0,0015
5	0	0,002	0,001	0,002	0	0,001	0	0	0
6	0	0	0	0,001	0,003	0,002	0,002	0,001	0,0015
7	0	0	0	0,007	0	0,0035	0,003	0,001	0,002
8	0	0	0	0,004	0	0,002	0,002	0	0,001
9	0	0	0	0,004	0,002	0,003	0,002	0,006	0,004
10	0	0	0	0,001	0,01	0,0055	0,003	0	0,0015
11	0	0	0	0	0,003	0,0015	0,005	0,002	0,0035
12	0,001	0,008	0,0045	0,008	0,006	0,007	0,005	0	0,0025
13	0,002	0,007	0,0045	0,004	0,019	0,0115	0	0,003	0,0015
14	0,002	0,01	0,006	0,003	0	0,0015	0,001	0,004	0,0025
15	0	0	0	0,014	0,004	0,009	0,003	0	0,0015
GRUPO 02 - ROTATE									
16	0	0	0	0,002	0	0,001	0	0	0
17	0,007	0,002	0,0045	0	0	0	0	0,011	0,0055
18	0,013	0	0,0065	0,009	0,004	0,0065	0,008	0	0,004
19	0	0,008	0,004	0,01	0,007	0,0085	0,01	0,014	0,012
20	0,005	0,003	0,004	0,004	0	0,002	0	0,008	0,004
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0,009	0,0045	0,005	0,008	0,0065	0,009	0,002	0,0055
23	0	0,011	0,0055	0,013	0	0,0065	0	0	0
24	0	0,007	0,0035	0,01	0,002	0,006	0,007	0	0,0035
25	0,005	0,003	0,004	0	0,002	0,001	0	0,009	0,0045
26	0	0,009	0,0045	0,004	0,005	0,0045	0	0,001	0,0005
27	0,004	0,007	0,0055	0,003	0	0,0015	0,002	0	0,001
28	0	0,011	0,0055	0	0,003	0,0015	0,001	0	0,0005
29	0	0	0	0,003	0,007	0,005	0,004	0,007	0,0055
30	0	0	0	0	0	0	0,004	0	0,002

INSTRUMENTO	REBARBAS (área) - 190X - APÓS O USO								
	Ponta			2mm			4mm		
	Baixo	Cima	Média	Baixo	Cima	Média	Baixo	Cima	Média
	GRUPO 01 - LOGIC								
1	0	0,004	0,002	0,003	0	0,0015	0	0,001	0,0005
2	0,003	0	0,0015	0,003	0,006	0,0045	0,004	0	0,002
3	0	0	0	0,002	0,001	0,0015	0,003	0,002	0,0025
4	0	0	0	0,003	0	0,0015	0,002	0	0,001
5	0	0	0	0	0,001	0,0005	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0,002	0,001	0,0015	0,001	0	0,0005	0	0,001	0,0005
8	0	0	0	0	0,005	0,0025	0,002	0	0,001
9	0	0	0	0,004	0	0,002	0	0,002	0,001
10	0	0	0	0	0,007	0,0035	0,002	0	0,001
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0,007	0,001	0,007	0	0	0
13	0	0	0	0	0,004	0,002	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0,002	0,001
15	0	0	0	0,002	0	0,001	0,001	0	0,0005
GRUPO 02 - ROTATE									
16	0	0	0	0,001	0	0,0005	0	0	0
17	0	0,002	0	0,012	0	0,006	0	0,004	0,002
18	0,004	0	0,002	0,007	0,004	0,0055	0	0	0
19	0,004	0,005	0,0045	0,01	0,006	0,008	0,002	0,009	0,0055
20	0	0,005	0,0025	0,003	0	0,0015	0	0,004	0,002
21	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0,001
22	0	0,004	0,002	0,001	0,008	0,0045	0	0	0
23	0	0,006	0,003	0,012	0	0,006	0	0,001	0,0005
24	0	0,004	0,002	0	0,002	0,001	0	0	0
25	0	0,004	0,002	0	0	0	0	0,001	0,0005
26	0	0,004	0,002	0,004	0	0,002	0	0,003	0,0015
27	0,006	0	0,003	0,002	0	0,001	0	0	0
28	0	0	0	0	0,003	0,0015	0	0	0
29	0,002	0	0,001	0	0,001	0,0005	0	0,003	0,0015
30	0,004	0,002	0,003	0		0	0,004	0	0,002

Apêndice 3 – Dados das análises dos desvios apicais.

DESVIO - 1 mm	Face Interna (Fi)	Face Externa (Fe)	DA = Fi - Fe
GRUPO 1 - LOGIC			
1	0,07	0,03	0,04
2	0	0,07	-0,07
3	0,04	0	0,04
4	0,06	0	0,06
5	0,03	0,02	0,01
6	0,04	0	0,04
7	0	0,04	-0,04
8	0	0	0
9	0,03	0,04	-0,01
10	0	0,04	-0,04
11	0	0,1	-0,1
12	0,03	0,07	-0,04
13	0,15	0	0,15
14	0,02	0,02	0
15	0,03	0,09	-0,06
MÉDIA	0,0333	0,0347	-0,0013
GRUPO 2 - ROTATE			
16	0	0,11	-0,11
17	0	0,05	-0,05
18	0,11	0	0,11
19	0	0,05	-0,05
20	0	0,05	-0,05
21	0,03	0,07	-0,04
22	0	0,07	-0,07
23	0	0,09	-0,09
24	0	0,09	-0,09
25	0	0,07	-0,07
26	0	0,05	-0,05
27	0	0,04	-0,04
28	0	0,07	-0,07
29	0,03	0,03	0
30	0,06	0	0,06
MÉDIA	0,0153	0,0560	-0,0407

DESVIO - 2 mm	Face Interna (Fi)	Face Externa (Fe)	DA = Fi - Fe
GRUPO 1 - LOGIC			
1	0,03	0,06	-0,03
2	0,03	0,09	-0,06
3	0,04	0,01	0,03
4	0,08	0	0,08
5	0,04	0,05	-0,01

6	0,04	0,03	0,01
7	0,05	0,03	0,02
8	0,03	0	0,03
9	0,06	0,04	0,02
10	0	0,08	-0,08
11	0,3	0,1	0,2
12	0,08	0,05	0,03
13	0,17	0	0,17
14	0,03	0	0,03
15	0,05	0,07	-0,02
MÉDIA	0,0687	0,0407	0,0280
GRUPO 2 - ROTATE			
16	0	0,09	-0,09
17	0	0,07	-0,07
18	0,08	0	0,08
19	0,03	0,02	0,01
20	0,05	0,05	0
21	0,03	0,03	0
22	0,02	0,04	-0,02
23	0	0,09	-0,09
24	0,03	0,05	-0,02
25	0,03	0,04	-0,01
26	0	0,05	-0,05
27	0	0,03	-0,03
28	0	0,04	-0,04
29	0,03	0,03	0
30	0,06	0	0,06
MÉDIA	0,0240	0,0420	-0,0180

DESVIO - 3 mm	Face Interna (Fi)	Face Externa (Fe)	DA = Fi - Fe
GRUPO 1 - LOGIC			
1	0,05	0,14	-0,09
2	0,04	0,09	-0,05
3	0,03	0,05	-0,02
4	0,08	0,07	0,01
5	0,05	0,05	0
6	0,01	0,09	-0,08
7	0,09	0,05	0,04
8	0,03	0,04	-0,01
9	0,01	0,07	-0,06
10	0,05	0,09	-0,04
11	0,3	0,07	0,23
12	0,13	0,06	0,07
13	0,16	0,02	0,14
14	0,05	0	0,05
15	0,07	0,05	0,02
MÉDIA	0,0767	0,0627	0,0140
GRUPO 2 - ROTATE			
16	0	0,09	-0,09
17	0	0,07	-0,07
18	0,08	0,01	0,07
19	0,05	0	0,05
20	0,07	0,05	0,02
21	0,04	0,02	0,02
22	0,04	0,04	0
23	0,05	0,05	0
24	0,03	0,07	-0,04
25	0,05	0,07	-0,02
26	0,03	0,07	-0,04
27	0	0,07	-0,07
28	0,04	0,04	0
29	0,05	0,05	0
30	0,05	0	0,05
MÉDIA	0,0387	0,0467	-0,0080

DESVIO - 4 mm	Face Interna (Fi)	Face Externa (Fe)	DA = Fi - Fe
GRUPO 1 - LOGIC			
1	0,11	0,11	0
2	0,09	0,09	0
3	0,09	0,12	-0,03
4	0,13	0,08	0,05
5	0,11	0,08	0,03
6	0,02	0,19	-0,17
7	0,11	0,05	0,06
8	0,09	0,06	0,03
9	0,05	0,08	-0,03
10	0,09	0,05	0,04
11	0,09	0,11	-0,02
12	0,18	0,02	0,16
13	0,21	0,05	0,16
14	0,07	0,04	0,03
15	0,11	0,07	0,04
MÉDIA	0,1033	0,0800	0,0233
GRUPO 2 - ROTATE			
16	0,05	0,09	-0,04
17	0,04	0,09	-0,05
18	0,09	0,07	0,02
19	0,12	0,04	0,08
20	0,12	0,05	0,07
21	0,07	0	0,07
22	0,14	0,04	0,1
23	0,11	0,03	0,08
24	0,11	0,09	0,02
25	0,12	0,07	0,05
26	0,03	0,11	-0,08
27	0,05	0,06	-0,01
28	0,09	0,04	0,05
29	0,09	0,05	0,04
30	0,11	0,02	0,09
MÉDIA	0,0893	0,0567	0,0327

Apêndice 4 – Testes estatísticos no programa *GraphPad InStat* para *Windows*.

PESAGEM - INSTRUMENTOS

Title				
	Group A	Group B	Group C	Group D
Col. title	Peso Log antes	Peso Log depois	Peso Rot antes	Peso Rot depois
Mean	0.40006	0.4000533333	0.4107266667	0.41056
Standard deviation (SD)	0.002009	0.001997	0.0009699	0.0009432
Sample size (N)	15	15	15	15
Std. error of mean(SEM)	0.0005188	0.0005157	0.0002504	0.0002435
Lower 95% conf. limit	0.3989	0.3989	0.4102	0.4100
Upper 95% conf. limit	0.4012	0.4012	0.4113	0.4111
Minimum	0.3971	0.3969	0.4092	0.4091
Median (50th percentile)	0.4005	0.4004	0.4107	0.4107
Maximum	0.4033	0.4032	0.4120	0.4120
Normality test KS	0.2030	0.1566	0.1293	0.1169
Normality test P value	0,0972	>0.10	>0.10	>0.10
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes

I

One-way Analysis of Variance (ANOVA)

The P value is < 0.0001, considered extremely significant.
Variation among column means is significantly greater than expected by chance.

Tukey-Kramer Multiple Comparisons Test

If the value of q is greater than 3.748 then the P value is less than 0.05.

Comparison	Mean		q	P value
	Difference			
Peso Log antes vs Peso Log depois	6.667E-06	0.01645	ns	P>0.05
Peso Log antes vs Peso Rot antes	-0.01067	26.317	***	P<0.001
Peso Log antes vs Peso Rot depois	-0.01050	25.905	***	P<0.001
Peso Log depois vs Peso Rot antes	-0.01067	26.333	***	P<0.001
Peso Log depois vs Peso Rot depois	-0.01051	25.922	***	P<0.001
Peso Rot antes vs Peso Rot depois	0.0001667	0.4112	ns	P>0.05

Difference	Mean		95% Confidence Interval	
	Difference	From	To	
Peso Log antes - Peso Log depois	6.667E-06	-0.0015120	0.001526	
Peso Log antes - Peso Rot antes	-0.01067	-0.01219	-0.009148	
Peso Log antes - Peso Rot depois	-0.01050	-0.01202	-0.008981	
Peso Log depois - Peso Rot antes	-0.01067	-0.01219	-0.009154	
Peso Log depois - Peso Rot depois	-0.01051	-0.01203	-0.008988	
Peso Rot antes - Peso Rot depois	0.0001667	-0.0013520	0.001686	

PESAGEM – BLOCOS

Title				
	Group A	Group B	Group C	Group D
Col. title	Bloc Log antes	Bloc Log depois	Bloc Rot antes	Bloc Rot depois
Mean	2.1204333333	2.11634	2.1111533333	2.1079466667
Standard deviation (SD)	0.06153	0.06184	0.05445	0.05445
Sample size (N)	15	15	15	15
Std. error of mean(SEM)	0.01589	0.01597	0.01406	0.01406
Lower 95% conf. limit	2.086	2.082	2.081	2.078
Upper 95% conf. limit	2.155	2.151	2.141	2.138
Minimum	2.013	2.007	2.042	2.039
Median (50th percentile)	2.104	2.099	2.103	2.099
Maximum	2.251	2.247	2.203	2.200
Normality test KS	0.1411	0.1413	0.1508	0.1558
Normality test P value	>0.10	>0.10	>0.10	>0.10
Passed normality test?	Yes	Yes	Yes	Yes

I

One-way Analysis of Variance (ANOVA)

The P value is 0.9386, considered not significant.
Variation among column means is not significantly greater than expected by chance.

Post tests

Post tests were not calculated because the P value was greater than 0.05.

Assumption test: Are the standard deviations of the groups equal?

ANOVA assumes that the data are sampled from populations with identical SDs. This assumption is tested using the method of Bartlett.

Bartlett statistic (corrected) = 0.4228

The P value is 0.9355.

Bartlett's test suggests that the differences among the SDs is not significant.

Assumption test: Are the data sampled from Gaussian distributions?

ANOVA assumes that the data are sampled from populations that follow Gaussian distributions. This assumption is tested using the method Kolmogorov and Smirnov:

ANÁLISE DA SUPERFÍCIE – REBARBAS

Kruskal-Wallis Test (Nonparametric ANOVA)

The P value is 0.0001, considered extremely significant.
Variation among column medians is significantly greater than expected by chance.

The P value is approximate (from chi-square distribution) because at least one column has two or more identical values.

Calculation detail

Group	Number of Points	Sum of Ranks	Mean of Ranks
RebLo. Ant Pont	15	1097.0	73.133
RebLo. Ant 2mm	15	1785.5	119.03
RebLo. Ant 4 mm	15	1555.5	103.70
RebRot. Ant Pon	15	1746.0	116.40
RebRot Ant 2mm	15	1680.0	112.00
RebRot Ant 4mm	15	1601.5	106.77
RebLo. pós Pont	15	626.50	41.767
RebLo. pós 2mm	15	1363.0	90.867
RebLo. pós 4mm	15	923.00	61.533
RebRot pós Pont	15	1411.0	94.067
Rebrot. pós 2mm	15	1459.0	97.267
Rebrot. pós 4mm	15	1042.0	69.467

Kruskal-Wallis Statistic KW = 36.464 (corrected for ties)

Dunn's Multiple Comparisons Test

Comparison	Mean Rank Difference	P value			
RebLo. Ant Pont vs. RebLo. Ant 2mm	-45.900	ns	P>0.05	RebLo. Ant 4 mm vs. RebLo. pós 4mm	42.167 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. RebLo. Ant 4 mm	-30.567	ns	P>0.05	RebLo. Ant 4 mm vs. Rebrot. pós 2mm	6.433 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. RebRot. Ant Pon	-43.267	ns	P>0.05	RebLo. Ant 4 mm vs. Rebrot. pós 4mm	34.233 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. RebRot Ant 2mm	-38.867	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. RebRot Ant 2mm	4.400 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. RebRot Ant 4mm	-33.633	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. RebRot Ant 4mm	9.633 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. RebLo. pós Pont	31.367	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. RebLo. pós Pont	74.633 ** P<0.01
RebLo. Ant Pont vs. RebLo. pós 2mm	-17.733	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. RebLo. pós 2mm	25.533 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. RebLo. pós 4mm	11.600	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. RebLo. pós 4mm	54.867 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. RebRot pós Pont	-20.933	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. RebRot pós Pont	22.333 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. Rebrot. pós 2mm	-24.133	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. Rebrot. pós 2mm	19.133 ns P>0.05
RebLo. Ant Pont vs. Rebrot. pós 4mm	3.667	ns	P>0.05	RebRot. Ant Pon vs. Rebrot. pós 4mm	46.933 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebLo. Ant 4 mm	15.333	ns	P>0.05	RebRot Ant 2mm vs. RebRot Ant 4mm	5.233 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebRot. Ant Pon	2.633	ns	P>0.05	RebRot Ant 2mm vs. RebLo. pós Pont	70.233 * P<0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebRot Ant 2mm	7.033	ns	P>0.05	RebRot Ant 2mm vs. RebLo. pós 2mm	21.133 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebRot Ant 4mm	12.267	ns	P>0.05	RebRot Ant 2mm vs. RebLo. pós 4mm	50.467 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebLo. pós Pont	77.267	**	P<0.01	RebRot Ant 2mm vs. Rebrot. pós 2mm	17.933 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebLo. pós 2mm	28.167	ns	P>0.05	RebRot Ant 2mm vs. Rebrot. pós 4mm	42.533 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebLo. pós 4mm	57.500	ns	P>0.05	RebRot Ant 4mm vs. RebLo. pós Pont	65.000 * P<0.05
RebLo. Ant 2mm vs. RebRot pós Pont	24.967	ns	P>0.05	RebRot Ant 4mm vs. RebLo. pós 2mm	15.900 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. Rebrot. pós 2mm	21.767	ns	P>0.05	RebRot Ant 4mm vs. RebLo. pós 4mm	45.233 ns P>0.05
RebLo. Ant 2mm vs. Rebrot. pós 4mm	49.567	ns	P>0.05	RebRot Ant 4mm vs. RebRot pós Pont	12.700 ns P>0.05
RebLo. Ant 4 mm vs. RebRot. Ant Pon	-12.700	ns	P>0.05	RebRot Ant 4mm vs. Rebrot. pós 2mm	9.500 ns P>0.05
RebLo. Ant 4 mm vs. RebRot Ant 2mm	-8.300	ns	P>0.05	RebRot Ant 4mm vs. Rebrot. pós 4mm	37.300 ns P>0.05
RebLo. Ant 4 mm vs. RebRot Ant 4mm	-3.067	ns	P>0.05	RebLo. pós Pont vs. RebLo. pós 2mm	-49.100 ns P>0.05
RebLo. Ant 4 mm vs. RebLo. pós Pont	61.933	ns	P>0.05	RebLo. pós Pont vs. RebLo. pós 4mm	-19.767 ns P>0.05
RebLo. Ant 4 mm vs. RebLo. pós 2mm	12.833	ns	P>0.05	RebLo. pós Pont vs. RebRot pós Pont	-52.300 ns P>0.05
RebLo. Ant 4 mm vs. RebLo. pós 4mm	42.167	ns	P>0.05	RebLo. pós Pont vs. Rebrot. pós 2mm	-55.500 ns P>0.05
				RebLo. pós Pont vs. Rebrot. pós 4mm	-27.700 ns P>0.05
				RebLo. pós 2mm vs. RebLo. pós 4mm	29.333 ns P>0.05
				RebLo. pós 2mm vs. RebRot pós Pont	-3.200 ns P>0.05

RebLo. pós 2mm vs. RebRot pós Pont	-3.200	ns	P>0.05
RebLo. pós 2mm vs. Rebrot. pós 2mm	-6.400	ns	P>0.05
RebLo. pós 2mm vs. Rebrot. pós 4mm	21.400	ns	P>0.05
RebLo. pós 4mm vs. RebRot pós Pont	-32.533	ns	P>0.05
RebLo. pós 4mm vs. Rebrot. pós 2mm	-35.733	ns	P>0.05
RebLo. pós 4mm vs. Rebrot. pós 4mm	-7.933	ns	P>0.05
RebRot pós Pont vs. Rebrot. pós 2mm	-3.200	ns	P>0.05
RebRot pós Pont vs. Rebrot. pós 4mm	24.600	ns	P>0.05
Rebrot. pós 2mm vs. Rebrot. pós 4mm	27.800	ns	P>0.05

Summary of Data

Group	Number of Points	Median	Minimum	Maximum
RebLo. Ant Pont	15	0.000	0.000	0.01100
RebLo. Ant 2mm	15	0.002000	0.000	0.01150
RebLo. Ant 4 mm	15	0.001500	0.000	0.008500
RebRot. Ant Pon	15	0.004000	0.000	0.006500
RebRot Ant 2mm	15	0.002000	0.000	0.008500
RebRot Ant 4mm	15	0.003500	0.000	0.01200
RebLo. pós Pont	15	0.000	0.000	0.002000
RebLo. pós 2mm	15	0.001500	0.000	0.007000
RebLo. pós 4mm	15	0.0005000	0.000	0.002500
RebRot pós Pont	15	0.002000	0.000	0.004500
Rebrot. pós 2mm	15	0.001500	0.000	0.008000
Rebrot. pós 4mm	15	0.0005000	0.000	0.005500

* * *

DESVIO APICAL

Kruskal-Wallis Test (Nonparametric ANOVA)

The P value is 0.0024, considered very significant.

Variation among column medians is significantly greater than expected by chance.

The P value is approximate (from chi-square distribution) because at least one column has two or more identical values.

Calculation detail

Group	Number of Points	Sum of Ranks	Mean of Ranks
Desv. Log 1 mm	16	984.50	61.531
Desv. Log 2 mm	16	1220.0	76.250
Desv. Rot 1 mm	16	562.50	35.156
Desv. Rot 2 mm	16	826.50	51.656
Desv. Log 3 mm	16	1059.0	66.188
Desv. Rot 3 mm	16	953.50	59.594
Desv. Log 4 mm	16	1269.5	79.344
Desv. Rot 4 mm	16	1380.5	86.281

Kruskal-Wallis Statistic KW = 22.093 (corrected for ties)

Dunn's Multiple Comparisons Test

Dunn's Multiple Comparisons Test

Comparison	Mean Rank Difference	P value
Desv. Log 1 mm vs. Desv. Log 2 mm	-14.719	ns P>0.05
Desv. Log 1 mm vs. Desv. Rot 1 mm	26.375	ns P>0.05
Desv. Log 1 mm vs. Desv. Rot 2 mm	9.875	ns P>0.05
Desv. Log 1 mm vs. Desv. Log 3 mm	-4.656	ns P>0.05
Desv. Log 1 mm vs. Desv. Rot 3 mm	1.938	ns P>0.05
Desv. Log 1 mm vs. Desv. Log 4 mm	-17.813	ns P>0.05
Desv. Log 1 mm vs. Desv. Rot 4 mm	-24.750	ns P>0.05
Desv. Log 2 mm vs. Desv. Rot 1 mm	41.094	* P<0.05
Desv. Log 2 mm vs. Desv. Rot 2 mm	24.594	ns P>0.05
Desv. Log 2 mm vs. Desv. Log 3 mm	10.063	ns P>0.05
Desv. Log 2 mm vs. Desv. Rot 3 mm	16.656	ns P>0.05
Desv. Log 2 mm vs. Desv. Log 4 mm	-3.094	ns P>0.05
Desv. Log 2 mm vs. Desv. Rot 4 mm	-10.031	ns P>0.05
Desv. Rot 1 mm vs. Desv. Rot 2 mm	-16.500	ns P>0.05
Desv. Rot 1 mm vs. Desv. Log 3 mm	-31.031	ns P>0.05
Desv. Rot 1 mm vs. Desv. Rot 3 mm	-24.438	ns P>0.05
Desv. Rot 1 mm vs. Desv. Log 4 mm	-44.188	* P<0.05
Desv. Rot 1 mm vs. Desv. Rot 4 mm	-51.125	** P<0.01
Desv. Rot 2 mm vs. Desv. Log 3 mm	-14.531	ns P>0.05
Desv. Rot 2 mm vs. Desv. Rot 3 mm	-7.938	ns P>0.05
Desv. Rot 2 mm vs. Desv. Log 4 mm	-27.688	ns P>0.05
Desv. Rot 2 mm vs. Desv. Rot 4 mm	-34.625	ns P>0.05
Desv. Log 3 mm vs. Desv. Rot 3 mm	6.594	ns P>0.05
Desv. Log 3 mm vs. Desv. Log 4 mm	-13.156	ns P>0.05
Desv. Log 3 mm vs. Desv. Rot 4 mm	-20.094	ns P>0.05
Desv. Rot 3 mm vs. Desv. Log 4 mm	-19.750	ns P>0.05
Desv. Rot 3 mm vs. Desv. Rot 4 mm	-26.688	ns P>0.05