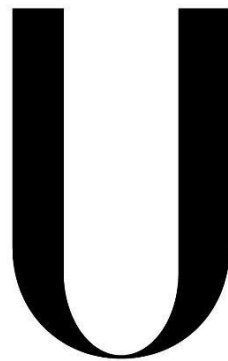


Universidade de Lisboa

Faculdade de Medicina Dentária



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

COMPARAÇÃO DE DUAS TÉCNICAS DE
INSTRUMENTAÇÃO MECANIZADA EM BLOCOS
DE RESINA ACRÍLICA USANDO AS LIMAS
PROTAPER GOLD™ E TRUNATOMY™

VITALINA SHESTOPALOVA

Orientadores:

Professor Doutor António Ginjeira

Professora Doutora Karla Baumotte

Dissertação de Mestrado

Medicina Dentária

2020

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor António Ginjeira, pela orientação dada ao longo de todo este percurso e o apoio prestado durante a realização deste trabalho.

À minha coorientadora, Professora Doutora Karla Baumotte, pela motivação, acompanhamento, disponibilidade, simpatia e conhecimentos partilhados durante a realização deste projeto.

À colega, Filipa Neto, pela participação, conselhos e partilha de ideias para minha dissertação.

À minha dupla do coração, Patrícia Reis, obrigada pelos melhores momentos da minha vida. Pelo teu esforço em me fazeres feliz e por acreditares que vou conseguir passar por todos obstáculos na vida. Nunca me vou esquecer do que fizeste por mim.

Aos meus melhores colegas, Alícia Silva, André Marques, Daniela Peixoto, Joana Sousa, Márcia Balasteiro, Mónica Luz, Rodrigo Silva e Sandrine Almeida. Obrigada por todo o amor e apoio que me deram. Vocês foram a minha fonte de inspiração nesta longa caminhada e são amigos que levo para toda a vida.

Aos meus pais, os melhores pais do mundo, obrigada por estarem sempre ao meu lado, tanto nas alegrias como nos momentos mais difíceis. Obrigada pelo amor que me deram, pelo apoio, por toda a força e ânimo que sempre me transmitiram ao longo de toda esta etapa e por nunca me deixarem desistir. Obrigada por acreditarem em mim!

À minha amiga, Hanna Prokhorenko, pela motivação, pelas palavras certas, pela coragem que me transmitiste. Sem a tua ajuda nunca teria conseguido chegar ao fim!

Ao Andrei Kozlov, obrigado por teres entrado na minha vida e por me fazeres feliz todos os dias.

RESUMO

INTRODUÇÃO: A endodontia é a área que se dedica ao estudo da polpa dentária e tecidos periapicais. Em dentes com canais curvos, é importante que não ocorram acidentes na instrumentação como degraus, zipping, stripping, falsos trajetos ou perfurações, que podem comprometer o sucesso do tratamento a longo prazo.

OBJETIVOS: Avaliar a preservação da anatomia original do canal no terço médio e e apical, em blocos de resina acrílica, usando dois sistemas mecanizados: ProTaper Gold™ e TruNatomy™.

MATERIAIS E MÉTODOS: Selecionaram-se 40 blocos de resina acrílica, que foram divididos em 2 grupos, o A correspondente às ProTaper Gold™ e o B, às TruNatomy™. Foram tiradas fotografias, na mesma posição e à distância, do antes e depois. Através do “*Rhinoceros Software*” identificaram-se duas circunferências, no terço médio e no terço apical do canal, e seguidamente efetuaram-se as medições do seu raio. Para a análise estatística utilizaram-se os testes Shapiro-Wilk, Kruskal Wallis, Mann-Whitney U, T-Student e de Wilcoxon.

RESULTADOS: Antes da instrumentação, verificou-se que os blocos do grupo B apresentaram valores médios superiores no terço apical. Após a instrumentação constatou-se que os valores dos blocos do grupo B eram estatisticamente significativos no terço apical, ou seja, que os blocos do grupo B tinham mantido uma curvatura apical significativamente superior. A análise por grupo também revelou valores inferiores para o grupo B ao nível do terço médio.

CONCLUSÃO: As limas endodônticas mecanizadas TruNatomy™ revelaram ser mais flexíveis preservarem melhor a anatomia original do canal no terço médio, quando comparadas com as limas ProTaperGold™.

PALAVRAS-CHAVE: TruNatomy, ProTaperGold, endodontia, instrumentação canal, instrumentação mecanizada.

ABSTRACT

INTRODUCTION: In curved channels, it is important that the instrumentation does not result in irregularities, such as zipping, stripping or perforations, which can compromise the long-term treatment success.

OBJECTIVES: The objective of this study was to compare the efficiency of the maintenance of the root canal anatomy by analyzing radius of circumferences in the S-shaped curved acrylic resin blocks using different systems: ProTaper Gold™ and TruNatomy™

MATERIAL AND METHODS: A quantitative analysis was made by measuring the canal of 40 samples, distributed by two groups of 20 samples each (Group A - ProTaper Gold™; Group B - TruNatomy™) in images of pre and post instrumentation determination of radius of curvatures using program Rhinoceros Software. The statistical analysis was obtained by using the Shapiro-Wilk, Kruskal Wallis test, Mann-Whitney U test, T-Student test and Wilcoxon test.

RESULTS: There were statistically significant differences between the blocks initially distributed. Analysis of photographs after instrumentation showed that group B blocks had statistically significant values in the apical third. The analysis by group also revealed lower values for group B, statistical significance has been achieved in the comparison at the level of the middle third.

CONCLUSION: TruNatomy™ was the rotary system that respected more the original canal anatomy. They produced less deformation of the curvatures in the middle third and they showed more flexibility compared to ProTaperGold™ files.

KEYWORDS: TruNatomy, ProTaperGold, mechanized instruments, endodontics, root canal shaping.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS.....	ii
RESUMO.....	iii
ABSTRACT.....	iv
ÍNDICE DE TABELAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ABREVIATURAS.....	ix
I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS INSTRUMENTOS.....	2
1.2. PROTAPER GOLD™.....	4
1.3. TRUNATOMY™.....	6
II. OBJETIVOS.....	7
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	8
3.1. SELEÇÃO DOS BLOCOS EM RESINA ACRÍLICA.....	8
3.2. INSTRUMENTAÇÃO DOS CANAIS.....	10
3.2.1. SEQUÊNCIA.....	11
3.3. ANÁLISE FOTOGRÁFICA.....	13
3.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSSÃO.....	21
VI. CONCLUSÃO.....	24
VII. REFERÊNCIAS.....	25

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - “Brochura ProTaper Gold™ Tratamento, Dentsply Sirona”.....	11
Tabela 2 - Grupo A - ProTaper Gold™. Valores dos raios das curvaturas canales obtidos no programa “ <i>Rhinoceros Software</i> ”. Colunas divididas por sistema de instrumentação e terço médio e apical. Cada coluna inclui os valores dos raios antes e depois da instrumentação.....	16
Tabela 3 - Grupo B - TruNatomy™. Valores dos raios das curvaturas canales obtidas no programa “ <i>Rhinoceros Software</i> ”. Colunas divididas por sistema de instrumentação e terço médio e apical. Cada coluna inclui os valores dos raios antes e depois da instrumentação.....	17
Tabela 4 - Estatística descritiva e comparação do raio da curvatura canal por sistema de instrumentação e terço radicular, antes da instrumentação (T0). \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. Diferenças estatisticamente significativas indicadas a negrito.....	18
Tabela 5 - Estatística descritiva e comparação do raio da curvatura canal por sistema de instrumentação e terço radicular, depois da instrumentação (T1). \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. Diferenças estatisticamente significativas indicadas a negrito.....	18
Tabela 6 - Estatística descritiva e comparação das diferenças T1-T0 no raio da curvatura canal por sistema de instrumentação e terço radicular. \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. Diferenças estatisticamente significativas indicadas a negrito.....	20

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - ProTaper Gold™ 3 Limas de moldagem (SX, S1, and S2) e 5 limas de acabamento (F1, F2, F3, F4, and F5) (Dentsply Maillefer).....	5
Figura 2 - TruNatomy™. Limas “Orifice Modifier”, “Glider” e 3 limas “Shaping” (small, prime e medium). (Dentsply Maillefer).....	6
Figura 3 - Canal radicular simulado com curvatura em forma de S em bloco de resina acrílica transparente antes da instrumentação do grupo A (ISO 15, Endo-Training-Bloc-S .02 Taper; Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerlan).....	8
Figura 4 - Kit esterilizado das limas ProTaper Gold™, SX-F3, 25mm (Dentsply Sirona).....	9
Figura 5 - Kit esterilizado das Limas TruNatomy™, <i>Orifice modifier</i> , <i>Glider</i> e <i>Prime</i> (Dentsply Sirona, Maillefer).....	9
Figura 6 - Plataforma específica com papel milimetrado (Kaiser Fototechnik GmbH and Co.Kg) e câmara Digital Olympus E500.....	10
Figura 7 - Motor elétrico (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland).....	10
Figura 8 - Sequência feita no programa “ <i>Rhinoceros Software</i> ” para definir o raio da curvatura do terço e do terço apical do canal em forma de S antes da instrumentação. Identificação do contorno da parte externa do canal; Criação das circunferências para determinação dos raios da curvatura.....	14
Figura 9 - Sequência feita no programa “ <i>Rhinoceros Software</i> ” para definir o raio da curvatura do terço e do terço apical do canal em forma de S após instrumentação. Identificação do contorno da parte externa do canal; Criação das circunferências para determinação dos raios da curvatura.....	14

Figura 10 - Representação gráfica da curvatura canalar média, no terço médio, antes e depois da instrumentação no grupo A e no grupo B.....19

Figura 11 - Representação gráfica da curvatura canalar média, no terço apical, antes e depois da instrumentação no grupo A e no grupo B.....19

LISTA DE ABREVIATURAS

2D – Duas dimensões

NiTi – Níquel – Titânio

PTU- ProTaper Universal™

PTG- ProTaper Gold™

TN- TruNatomy™

Unidades:

mm - Milímetros

N cm - Newton centímetro

rpm – Rotação por minuto

Símbolos:

% - Percentagem

p- Nível de significância estatística

T0- Antes da instrumentação

T1- Depois da instrumentação

\bar{x} - Média amostral

s- Desvio padrão amostral

min- Mínimo

max- Máximo

I. INTRODUÇÃO

Segundo a Sociedade Europeia de Endodontologia¹ (2001), a endodontia é a ciência que estuda quer a forma, função, saúde e doenças da polpa dentária e da região periradicular, quer a sua prevenção e tratamento. A principal causa de periodontite periapical é a infecção. A etiologia, diagnóstico e tratamento das doenças dentárias são componentes da endodontia clínica.

O objetivo do tratamento endodôntico é a eliminação do tecido pulpar inflamado ou necrosado e a criação de um ambiente que permita a cicatrização dos tecidos periapicais e impeça o desenvolvimento de periodontite periapical. As causas da inflamação são diversas, desde cárie dentária extensa, ao trauma ou fratura dentária complexa. Assim, o tratamento endodôntico, seguido da restauração da estrutura dentária, tem por objetivo manter a integridade, função e estética dentária.²

A primeira etapa do tratamento endodôntico consiste no estabelecimento de um diagnóstico pulpar e periapical correto. Para tal, utiliza-se o teste de sensibilidade ao frio, teste de percussão e mobilidade do dente, sondagem periodontal, palpação dos tecidos moles e realização das radiografias periapicais. Com base nos resultados obtidos, escolher-se-á o tratamento apropriado a cada caso, tendo por base uma das seguintes modalidades: convencional, cirúrgico e regenerativo.^{3,4,5}

Para que o tratamento endodôntico seja bem-sucedido é necessário um acesso adequado à câmara pulpar, que permita a comunicação direta com os canais radiculares e a máxima preservação da estrutura dentária. A instrumentação dos canais radiculares é reconhecida como sendo uma das etapas mais importantes no tratamento endodôntico. Inclui a remoção dos tecidos inflamados ou necróticos do sistema canalar, juntamente com dentina radicular infetada. O objetivo é preparar o espaço dentro do canal para facilitar a desinfecção através de irrigantes e viabilizar o selamento desta área de forma tridimensional e o mais hermético possível. Na verdade, a preparação mecânica e a desinfecção química são indissociáveis, razão pela qual se fala em preparação químico-mecânica.^{5,6,7}

A modelação do sistema canalar antes da obturação é crucial para o sucesso do tratamento endodôntico. Para a colocação de guta-percha, o canal deve ter idealmente forma cônica, ou seja, maior diâmetro no terço coronário e menor no terço apical. Em

relação aos principais objetivos da instrumentação destacam-se a manutenção da integridade e anatomia original do canal, bem como a manutenção do diâmetro e posição do foramen apical. Nos canais curvos, é importante que a preparação não tenha a forma final de ampulheta, e evitar complicações endodônticas, como zipping, stripping, degraus ou perfurações, que podem comprometer o sucesso do tratamento a longo prazo, como resultado de uma desinfecção canalar pouco eficiente e de uma obturação mais difícil e menos eficaz.^{6, 8}

Ao longo do tempo, os instrumentos de corte utilizados para a preparação do sistema canalar sofreram várias modificações. Estas mudanças foram realizadas com o intuito de potencializar as melhorias dos materiais e reduzir os erros durante os procedimentos. Outro objetivo é diminuir o tempo de preparação e simplificar o procedimento de instrumentação e preparação do canal. As limas manuais de aço inoxidável e as limas tipo H e K eram o método de modelação convencional, tendo sido substituídas por sistemas rotativos.^{9, 10}

1.1 Evolução histórica dos instrumentos

Numa pesquisa sobre a evolução de instrumentos endodônticos até 1800, *Lilley* concluiu que, no final do século XVIII, existiam poucos instrumentos para a manipulação dos canais radiculares. Nesta época, *Edward Maynard* criou pequenas agulhas para extirpação de tecido pulpar. Posteriormente, em 1852, *Arthur* usou agulhas para ampliação do canal radicular. Em 1889, *William H. Rollins* desenvolveu a primeira peça de mão endodôntica para a preparação dos canais radiculares. Para tal, utilizou agulhas que foram montadas numa peça de mão com uma rotação de 360 graus e para evitar possíveis fraturas dos instrumentos, a velocidade de rotação foi limitada a 100 RPM. Posteriormente em 1915 foi introduzida a lima K.¹¹

Em 1928, foi desenvolvido o “*Cursor filing contra-angle*”, pela empresa austríaca *W&H* (Buërmoos, Áustria) e criado um sistema rotacional combinado com os movimentos verticais. Outras peças de mão endodônticas, como a *Endolift* (*Kerr, Karlsruhe, Alemanha*) tiveram um sistema em combinação de movimentos verticais e rotacionais com 90 graus. Todos estes dispositivos foram feitos em aço inoxidável. *Richman* afirmou, na década de 1970, ter recorrido a ultrassons para a preparação do

canal radicular. Contudo, somente em 1980, foi comercializando o primeiro dispositivo ultrassônico.¹¹

As limas de aço inoxidável possuem diversas desvantagens, entre as quais a sua rigidez, que aumenta progressivamente com o aumento de tamanho do instrumento. Seguidamente, foram comercializadas uma série de novos instrumentos de aço inoxidável com diferentes formas transversais, conceitos de design e procedimentos de fabrico, com o objetivo de melhorar a eficácia de corte e aumentar a sua flexibilidade. Assim, e embora as limas manuais em aço inoxidável tenham sido amplamente utilizadas, devem ser evitadas em canais curvos. Com o intuito de eliminar a barreira associada à rigidez destas limas, foram criados instrumentos com maior flexibilidade e maior resistência de fratura por torção. Para tal, utilizou-se um novo material para fabrico de limas endodônticas, designado nitinol, que é uma liga de níquel-titânio, com elevada resistência e baixo módulo de elasticidade. As limas NiTi têm capacidade “memória”, ou seja, conseguem retomar a sua forma antes da deformação.^{8, 12, 13, 14} No entanto, o seu risco de fratura, perante forças de flexão (fratura por fadiga) e de torção (fratura por cisalhamento) é elevado, sendo a curvatura dos canais radiculares, um dos fatores com maior preponderância. Este risco pode ser diminuindo através da exploração do canal com uma lima manual #15 ou #20 antes da instrumentação com limas rotativas.¹⁵

Apesar de as limas manuais continuarem a ser utilizadas, o desenvolvimento dos instrumentos rotativos de limas NiTi continuou a progredir, de forma a melhorar a preparação do canal. Contudo, as limas NiTi continuam a fraturar muito. A invenção das limas NiTi foi essencial para a posterior confeção de limas de instrumentação mecanizada associadas a motores em rotação contínua, oscilatória e recíproca.^{8, 11, 16}

Uma das muitas soluções para melhorar a resistência à fadiga das limas rotativas é otimizar a microestrutura das ligas NiTi por meio de um novo processamento termomecânico, ou novas tecnologias de fabrico. *Tulsa Dental Specialties* introduziu a tecnologia *M-Wire* NiTi, com três fases cristalinas, em 2007. Em comparação com as ligas NiTi convencionais o novo fio mostrou uma resistência à fadiga cíclica significativamente melhor.^{17, 18}

Após 40 anos de rigorosos estudos científicos e evidência clínica, confirmou-se que os canais devem ser bem modelados para promover a desinfeção e preenchimento por sistemas 3D. A atenção dos estudos foi direcionada para aumentar a flexibilidade e

eficiência de corte de limas endodônticas e modificar o seu desenho. Foi demonstrado que uma secção transversal triangular está associada a uma maior eficiência de corte comparando com uma forma quadrada. Ao longo do tempo foi recomendado o arredondamento das pontas dos instrumentos para reduzir transporte apical e criação de degrau ou perfuração. Tendo como propósito ultrapassar as complexidades da anatomia do canal, tem-se procurado alterar o desenho, conicidade e composição do material dos instrumentos endodônticos para determinar os mais eficazes.^{2, 6}

1.2. ProTaper Gold™

A ProTaper Universal™ (PTU) é uma lima endodôntica precursora da ProTaper Gold™ (PTG), que requer um motor elétrico em rotação contínua. As limas PTU™ da liga NiTi representam uma nova geração de instrumentos para preparação dos canais radiculares. Uma característica exclusiva dos instrumentos ProTaper™ é que a conicidade da cada lima diminui ao longo do comprimento das suas lâminas cortantes. A conicidade progressiva dos instrumentos tem como objetivo combinar a modelagem coroa-ápice e manter anatomia canal. Estas limas trabalham a uma velocidade de 300 RPM. A única diferença entre o PTU™ é o tamanho diferente do cabo, que é menor no sistema PTG™- 11 milímetros em comparação com os 13 do sistema original. De acordo com o fabricante, o cabo menor promove uma melhor acessibilidade dentária.^{16, 19, 20}

Do ponto de vista clínico, a PTG™ possui exatamente o mesmo desenho que a PTU™. A PTG™ melhorou significativamente a sua flexibilidade e resistência à fadiga clínica, o que é de extrema importância, principalmente, nas limas de finalização, pois permite que estas passem mais facilmente nas curvaturas do terço apical. (20, 21)

A secção transversal triangular convexa aumenta a eficácia do corte e diminui o atrito rotacional entre a lâmina da lima e a dentina. Como tal, permite uma progressão mais segura da lima ao longo do canal. Por sua vez, a pequena área plana na ponta aumenta a sua capacidade de encontrar o caminho através dos tecidos moles dentro do canal.²⁰

Os sistemas PTG consistem em 3 séries de limas “*Shaping Files*” SX, S1 e S2 que servem para preparar e pré-alargar o canal e 5 séries de limas “*Finishing Files*” F1, F2, F3, F4 e F5, que são as limas de finalização - mais flexíveis, para que cada tipo de canal

possa ser preparado e finalizado com uma abordagem de sistema completa. A lima SX, denominada modeladora auxiliar, oferece acesso quando o espaço interoclusal é limitado, e também pode ser usada para eliminar dentina e pré - alargar o canal. É usada para modelar canais com raízes mais curtas, prevenir a formação de concavidades externas nas raízes e modelar as porções coronárias de canais mais longos. Já as limas S1 e S2 preparam o 1/3 coronal o 1/3 médio, e alargam progressivamente o terço apical do canal. Por fim, as limas F1, F2, F3, F4 e F5 preparam o terço apical do sistema canal. Estes instrumentos apresentam menor conicidade, o que aumenta a flexibilidade e reduz a possibilidade de entrave o instrumento no interior do canal. Assim sendo, a sequência de utilização é SX, S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5 (**Figura 1**). As limas Sx, S1, S2, F1 e F2 possuem uma seção transversal triangular convexa e F3, F4 e F5 apresentam uma seção transversal côncava.^{19,20, 21, 22}



Figura 1 - ProTaper Gold™ 3 Limas de moldagem (SX, S1, and S2) e 5 limas de acabamento (F1, F2, F3, F4, and F5) (Dentsply Maillefer)

1.3. TruNatomy™

Recentemente, foi desenvolvida uma nova série de limas, as TruNatomy™ (TRN). A confecção destas limas requer um tratamento térmico da liga NiTi, que visa melhorar a resistência à fadiga e flexibilidade do instrumento durante o tratamento endodôntico. Entre outras vantagens, estas limas possuem melhor desempenho e eficácia, permitem melhor desbridamento e remoção de detritos, além de que são mais conservadoras, visto que respeitam mais a anatomia natural do dente e preservam melhor a estrutura dentária.^{22,23}

A preparação dos canais com as limas TruNatomy™ completa o uso de uma série de 5 limas. A primeira lima é a “*Orifice modifier*”, que adapta a forma da entrada do canal, cria espaço necessário para a lima seguinte e, devido à sua flexibilidade, pode entrar no canal em diferentes angulações. A segunda lima, chamada “*Glider*”, otimiza o deslizamento das limas no canal e permite uma transição suave entre as limas K e as limas subsequentes. A última série das limas é formada por 3 limas “*Shaping*”. As limas “*Shaping*” são fornecidas em três tamanhos diferentes: pequeno (20 / .04), prime (26 / .04) e médio (36 / .03). (Figura 2)^{23,24,25}



Figura 2 - TruNatomy™. Limas “Orifice Modifier”, “Glider” e 3 limas “Shaping” (small, prime e medium). (Dentsply Maillefer)

II. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é avaliar a preservação da anatomia original do canal no terço médio e no terço apical, em blocos de resina acrílica que simulam a forma do canal em S, usando duas sistemas mecanizadas diferentes: a ProTaper Gold™ e a TruNatomy™. Posteriormente, comparar-se-ão os raios das circunferências das curvaturas canulares antes e depois da instrumentação.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Seleção dos blocos em resina acrílica

Foram selecionados no total 40 blocos de resina acrílica transparentes, os quais simularam o canal radicular com curvatura em forma de S (ISO 15, Endo-Training-Bloc-S .02 Taper; Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Estes canais foram preparados por dois sistemas diferentes de limas NiTi mecanizadas: ProTaper Gold™ e TruNatomy™.

Os blocos de resina foram enumerados de 1 a 40 e, em seguida, aleatoriamente atribuídos a 2 grupos distintos, grupos A e B (**figura 3**). O grupo A correspondeu aos 20 blocos de resina preparados com sistema ProTaper Gold™ (**Figura 4**), ao passo que o grupo B correspondeu aos 20 blocos de resina preparados com sistema TruNatomy™ (**Figura 5**).

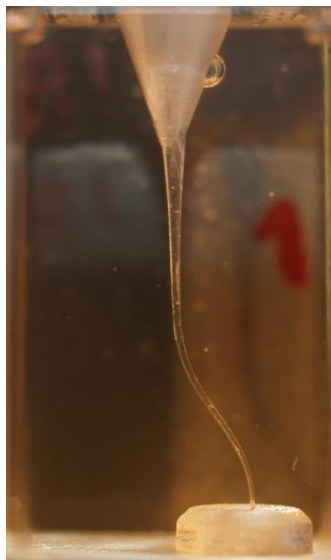


Figura 3 - Canal radicular simulado com curvatura em forma de S em bloco de resina acrílica transparente antes da instrumentação do grupo A (ISO 15, Endo-Training-Bloc-S .02 Taper; Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland)



Figura 4 - Kit esterilizado de limas ProTaper Gold™, SX-F3, 25mm (Dentsply Sirona)



Figura 5 - Kit esterilizado das Limas TruNatomy™, *Orifice modifier*, *Glider* e *Prime* (Dentsply Sirona, Maillefer)

Usou-se uma plataforma específica, com distância focal fixa e iluminação constante, bem como uma câmara Digital Olympus E500 para obtenção das imagens iniciais (antes da instrumentação) e finais (após a instrumentação) de todos os blocos da amostra (**Figura 6**).

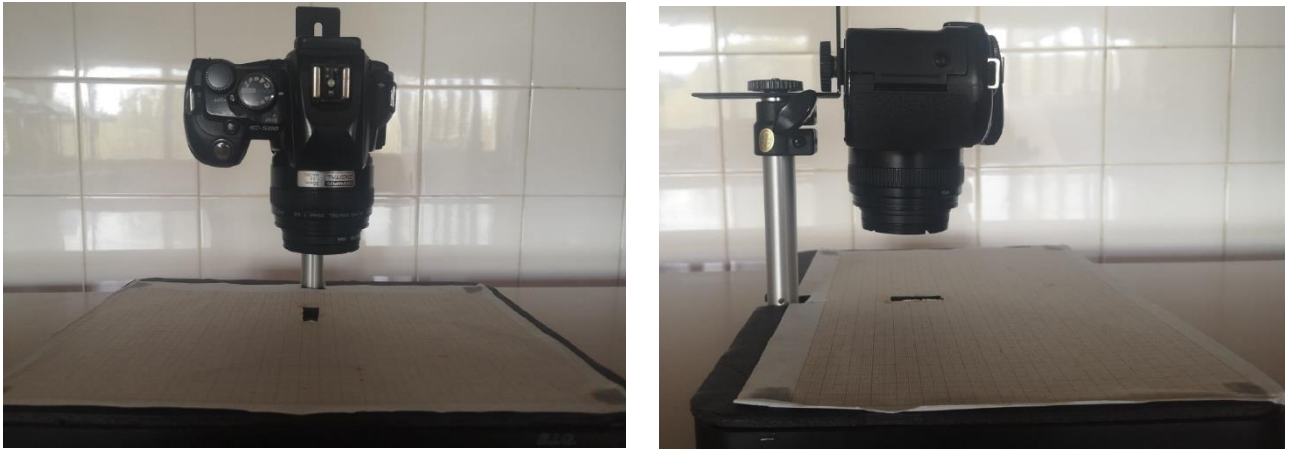


Figura 6 – Plataforma específica com papel milimetrado (Kaiser Fototechnik GmbH and Co.Kg) e câmara Digital Olympus E500

3.2. Instrumentação dos canais

O comprimento de trabalho de todos os blocos foi determinado com uma lima manual tipo K #10 de aço inoxidável e foi fixo nos 16mm. (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça).

Para instrumentação dos blocos foi usado uma peça de mão adicionada a um motor endodôntico (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (**Figura 7**). As configurações do motor, como velocidade e torque, foram usadas segundo as recomendações do fabricante.



Figura 7 – Motor elétrico (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland)

Os instrumentos foram usados com movimentos lentos de entrada e saída do canal e as lâminas limpas depois de três - quatro movimentos de entrada e saída do canal, usando, para tal, uma compressa embebida em água.

A irrigação com lubrificante “Glyde™” só foi feita antes do início da instrumentação, juntamente com uma lima manual K #10. A irrigação com água foi feita durante toda a instrumentação, entre cada sequência de instrumentos, com ajuda de uma seringa descartável (Injekt®) e agulha de irrigação 27G (BD Microlance™). Por outro lado, com ajuda de uma lima manual K #10 foram removidos os detritos intracanales, confirmando-se a permeabilidade do canal entre cada sequência de instrumentos. Cada conjunto de limas mecanizadas foi descartado após a instrumentação de 5 blocos de resina no grupo A e 7 blocos no grupo B. De referir que todos os canais foram preparados pelo mesmo operador e este não tinha experiência com nenhum dos sistemas usados.

3.2.1. Sequência

Todos os canais antes de instrumentação foram examinados com uma lima manual K #10, verificando-se a permeabilidade e determinando-se o comprimento de trabalho.

Grupo A

As limas ProTaper Gold™ foram introduzidas no canal sempre em rotação. Segundo as informações fornecidas pelo fabricante a instrumentação foi feita pela sequência apresentada na **Tabela 1**: ~

Tabela 1 – “Brochura ProTaper Gold™ Tratamento, Dentsply Sirona”

Lima	Nível de controlo de torque	Velocidade
S1	4 N cm	300 rpm
S2	1.5 N cm	300 rpm
F1	1.5 N cm	300 rpm
F2	3.1 N cm	300 rpm

A irrigação com lubrificante “*Glyde™*” foi feita antes da instrumentação juntamente com uma lima manual K #10 e durante a introdução da lima S1. Foi exercida uma pressão apical mínima, sem forçar as limas no interior do canal.

De acordo com a sequência descrita abaixo, o canal foi preparado com as primeiras limas de configuração (S1 e S2), usando movimentos de escovagem até se atingir o comprimento de trabalho e, seguidamente, com limas de finalização (F1 e F2), com movimentos de entrada e saída, mas sem movimento de escovagem.

1º - Instrumento S1 (18/.02) com movimento de escovagem até que o comprimento de trabalho seja alcançado;

2º - instrumento S2 (20/.04) com movimento de escovagem até que o comprimento de trabalho seja alcançado;

3º - Instrumento F1 (20/.07) com movimentos de entrada e saída, com cada inserção mais profunda que a anterior até atingir o comprimento de trabalho;

4º - Instrumento F2 (25/.08) com movimentos de entrada e saída, com cada inserção mais profunda que a anterior até atingir o comprimento de trabalho.

Grupo B

O motor foi utilizado a uma velocidade de 500 rpm e com um nível de controle de torque de 1,5 N cm. Todas as limas entraram em rotação no canal, sem forçar o instrumento em apical. A irrigação com lubrificante “*Glyde™*” foi feita só com a lima manual K #10 antes de se iniciar a instrumentação. Seguidamente, a irrigação foi feita com água durante toda a instrumentação e entre a cada sequência de instrumentos. Tal como indica a sequência descrita abaixo, o canal foi preparado com as 3 limas: a lima “*Orifice Modifier*”, usada na preparação do terço coronal e as limas “*Glider*” e “*Prime*”, usadas com movimento vai-vém até ao comprimento endodôntico.

- 1º- Instrumento “*Orifice modifier*” (20/.08) adapta a forma da entrada do canal e cria o espaço para a lima seguinte, ou seja, prepara o terço coronal;
- 2º- Instrumento “*Glider*” (17/.02) otimiza o deslizamento das limas no canal e permite uma transição suave entre limas, num movimento de entrada e saída até atingir comprimento endodôntico;
- 3º- Instrumento “*Prime*” (26/.04) utilizado num movimento de entrada e saída até atingir o comprimento de trabalho.

3.3. Análise fotográfica

Todas as fotografias, antes e depois da instrumentação, foram obtidas com a mesma câmara fotográfica, Olympus E500 e com uma lente 35mm macro. Para obter imagens mais precisas dos blocos de resina, antes e após, foi usada uma plataforma específica com papel milimétrico (**Figura 6**). O objetivo era, assim, tirar fotos num local único, numa distância focal fixa e com luminosidade permanente.

No programa “*Rhinoceros Software*” (versão 6.0; Robert McNell & Associates, Seattle, WA) foram criados pontos ao longo da parte externa do canal, com objetivo de identificar o contorno do mesmo. A partir do contorno identificado foram criadas duas circunferências nas curvaturas no terço médio e no terço apical, respetivamente. Esta análise foi feita nas fotografias de pré-instrumentação e pós-instrumentação de cada grupo (**Figura 8, Figura9**).

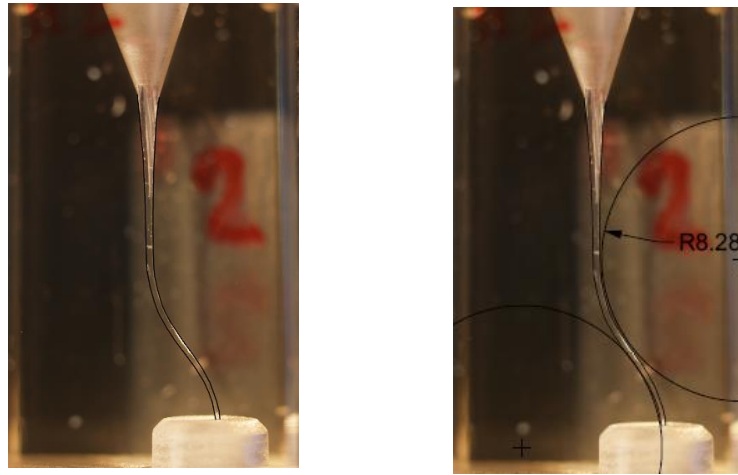


Figura 8 – Sequência feita no programa “*Rhinoceros Software*” para definir o raio da curvatura do terço médio e do terço apical do canal em forma de S antes da instrumentação. Identificação do contorno da parte externa do canal; Criação das circunferências para determinação dos raios da curvatura.

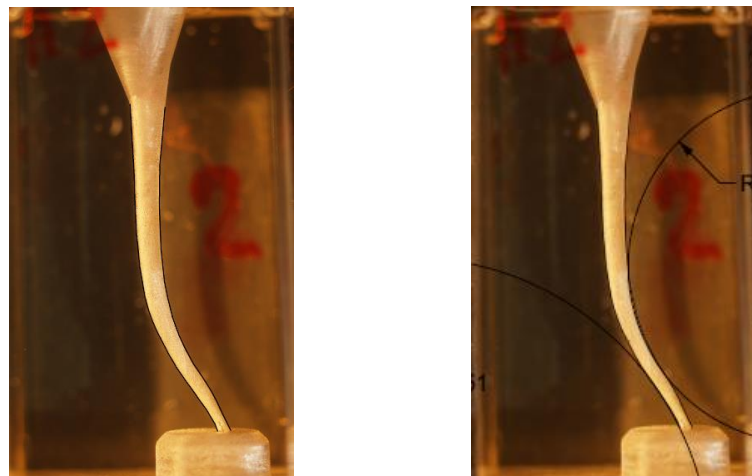


Figura 9 – Sequência feita no programa “*Rhinoceros Software*” para definir o raio da curvatura do terço médio e do terço apical do canal em forma de S após instrumentação. Identificação do contorno da parte externa do canal; Criação das circunferências para determinação dos raios da curvatura.

Através do programa “*Rhinoceros Software*”, foram efetuadas medições do raio das circunferências nas curvaturas do terço médio e do terço apical da parte externa do canal.

Este programa permite converter as medidas obtidas para valores reais. Desta forma, as medidas obtidas fornecem uma avaliação quantitativa do raio dos canais antes e após a preparação mecanizada.

3.4. Análise estatística

Após inserção dos dados em Microsoft Excel (Microsoft Office Excel 2016, Redmond, USA), a análise estatística e representações gráficas foram realizadas com recurso ao software SPSS ® versão 25 (IBM, Armonk, NY, USA).

A análise descritiva dos resultados incluiu a descrição de médias, desvios-padrão, valores mínimos e máximos da curvatura canalar por categoria terço radicular e sistema, antes (T0) e depois (T1) da instrumentação. A normalidade da distribuição da variável dependente foi avaliada com recurso ao teste Shapiro-Wilk. A hipótese de distribuição normal da curvatura canalar foi rejeitada na categoria referente ao terço médio. Foi realizada a comparação da curvatura canalar entre sistemas de instrumentação por terço canalar com recurso ao teste Mann-Whitney U e ao teste T-Student para amostras independentes. A comparação entre terços foi também realizada por cada categoria de sistema de instrumentação, com recurso ao teste de Wilcoxon usado em amostras emparelhadas. Esta análise foi realizada para os valores absolutos de curvatura no instante inicial e no instante final, assim como para as diferenças de valores (T1-T0). O nível de significância utilizado no decorrer da análise foi de 0,05.

IV. RESULTADOS

Os resultados do estudo em relação aos raios das curvaturas do terço médio e do terço apical do canal, antes e depois da instrumentação, foram apresentados nas tabelas seguintes. O mesmo procedimento foi feito para o grupo A (**Tabela 2**) e para o grupo B (**Tabela 3**).

Tabela 2 – Grupo A - ProTaper Gold™

Valores dos raios das curvaturas caninares obtidas no programa “*Rhinoceros Software*”. Colunas divididas por sistema de instrumentação e terço canal. Cada coluna inclui os valores dos raios antes e depois da instrumentação.

GRUPO	TERÇO MÉDIO		TERÇO APICAL	
	ANTES (mm)	DEPOIS (mm)	ANTES (mm)	DEPOIS (mm)
A1	8.25	10.79	6.18	8.75
A2	8.73	10.11	6.71	7.16
A3	8.08	10.79	6.36	7.63
A4	8.38	10.97	6.04	7.81
A5	8.25	10.61	6.50	8.08
A6	8.49	10.06	6.36	7.10
A7	8.94	12.02	6.26	7.91
A8	8.51	11.18	6.10	7.10
A9	7.91	10.55	6.50	7.20
A10	8.94	10.97	6.04	7.83
A11	8.28	11.42	6.73	8.51
A12	7.91	10.51	6.52	7.62
A13	8.32	10.77	6.36	7.21
A14	8.20	10.77	6.36	8.50
A15	8.38	10.97	6.04	7.16
A16	8.25	10.55	6.71	8.08
A17	8.38	12.50	6.36	7.62
A18	8.32	11.12	6.50	8.25
A19	8.94	11.18	6.26	8.06
A20	8.50	10.97	6.67	7.91

Tabela 3 – Grupo B - TruNatomy™

Valores dos raios das curvaturas canulares obtidas no programa “*Rhinoceros Software*”. Colunas divididas por sistema de instrumentação e terço canalar. Cada coluna inclui os valores dos raios antes e depois da instrumentação.

	ANTES (mm)	DEPOIS (mm)	ANTES (mm)	DEPOIS (mm)
B1	8.28	12.04	7.16	10.00
B2	10.44	11.55	8.75	10.12
B3	9.86	11.63	7.51	8.75
B4	8.62	9.71	7.76	9.01
B5	8.54	10.79	8.20	9.90
B6	10.55	11.42	7.76	9.19
B7	8.38	10.20	7.81	8.28
B8	9.82	11.18	7.11	8.85
B9	8.54	11.40	7.21	8.90
B10	8.50	10.92	6.85	7.16
B11	8.73	10.61	7.81	8.28
B12	8.54	9.55	7.81	8.51
B13	8.28	9.71	7.38	8.50
B14	8.73	9.55	7.16	8.14
B15	8.28	9.66	6.52	7.38
B16	8.14	9.55	6.26	8.06
B17	8.14	9.34	6.40	7.16
B18	8.28	10.77	6.26	7.38
B19	8.73	10.06	6.18	7.83
B20	8.50	9.71	6.32	7.28

Na **Tabela 4** encontram-se os resultados dos valores médios referentes à análise das curvaturas canulares por terço médio e por terço apical antes da instrumentação. Verificam-se valores de curvatura significativamente superiores no terço médio em ambos os grupos de instrumentação (\bar{x} =8,4 vs 6,38 no grupo A; 8,79 vs 7,21 para B); $p<0,001$). Por outro lado, observam-se discrepâncias entre os blocos inicialmente distribuídos pelos dois grupos de instrumentação, o grupo B apresenta valores médios de curvatura superiores ao grupo A, embora apenas de forma significativa para o terço apical (7,21 vs 6,38; $p<0,001$).

Tabela 4- Estatística descritiva e comparação do raio da curvatura canal ar por sistema de instrumentação e terço radicular, antes da instrumentação (T0). \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. Diferenças estatisticamente significativas indicadas a negrito.

T0	Terço radicular	A-PG		B-TN		P
		\bar{x} (s)	[min; max]	\bar{x} (s)	[min; max]	
CURVATURA CANALAR, MM	Médio	8,4 (0,3)	[7,91; 8,94]	8,79 (0,74)	[8,14; 10,55]	0,060
	Apical	6,38 (0,23)	[6,04; 6,73]	7,21 (0,73)	[6,18; 8,75]	<0,001
	P	<0,001		<0,001		

A análise das curvaturas canulares após a instrumentação (T1) encontra-se descrita na **Tabela 5**, tendo havido um aumento generalizado dos valores registados em T0, como também se pode observar pelas representações na **Figura 1 e 2**. Registou-se uma maior aproximação dos valores de curvatura no terço médio entre os grupos após a instrumentação, embora os blocos do grupo B tenham mantido uma curvatura apical significativamente superior (8,43 vs 7,77; $p=0,009$). O terço médio manteve-se com valores de curvatura significativamente superiores aos do terço apical, independentemente do grupo em estudo ($p<0,001$)

Tabela 5- Estatística descritiva e comparação do raio da curvatura canal ar por sistema de instrumentação e terço radicular, depois da instrumentação (T1). \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. Diferenças estatisticamente significativas indicadas

T1	Terço radicular	A-PG		B-TN		P
		\bar{x} (s)	[min; max]	\bar{x} (s)	[min; max]	
CURVATURA CANALAR, MM	Médio	10,94(0,57)	[10,06; 12,5]	10,47(0,86)	[9,34; 12,04]	0,102
	Apical	7,77(0,51)	[7,1; 8,75]	8,43(0,93)	[7,16; 10,12]	0,009
	P	<0,001		<0,001		

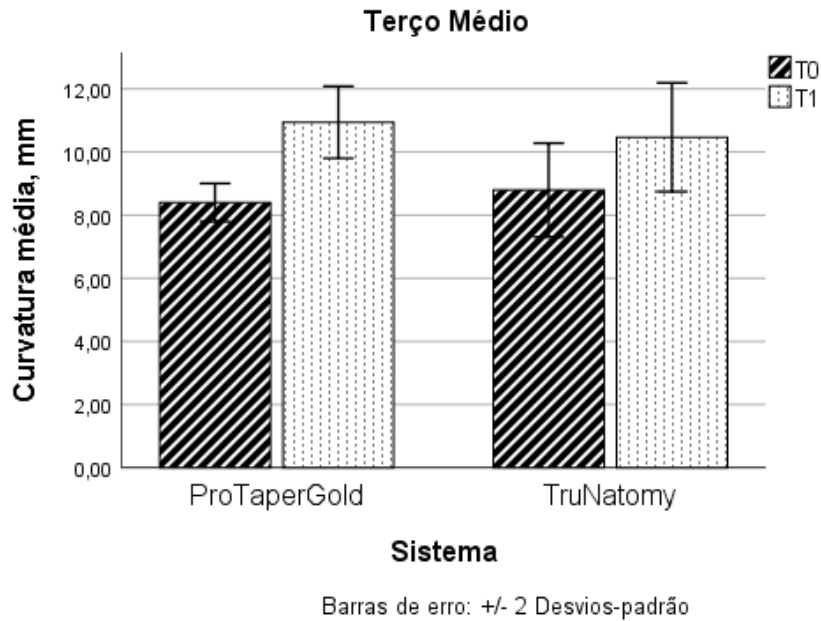


Figura 10- Representação gráfica da curvatura canalar média, no terço médio, antes e depois da instrumentação no grupo A e no grupo B.

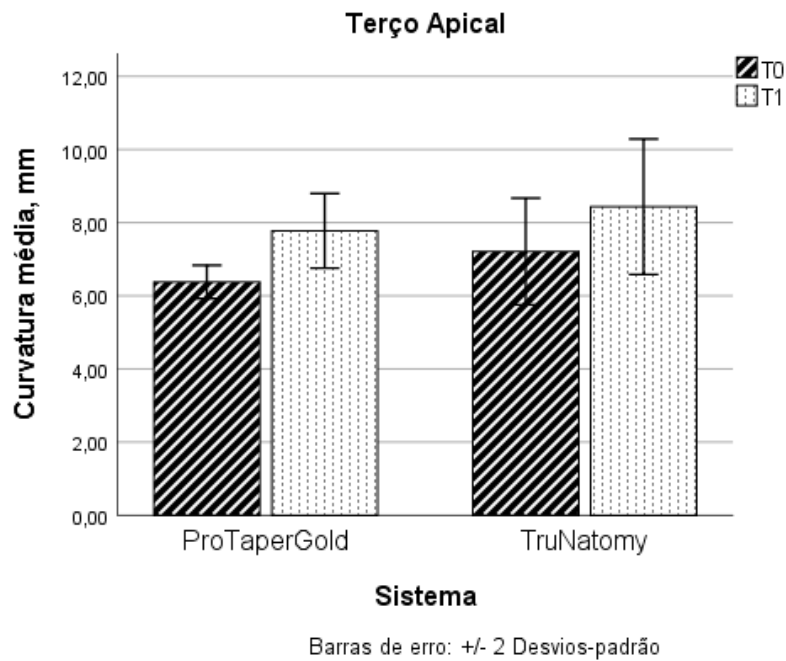


Figura 11- Representação gráfica da curvatura canalar média, no terço apical, antes e depois da instrumentação no grupo A e no grupo B.

Como os blocos de resina distribuídos inicialmente não eram totalmente estandardizadas realizou-se a análise das diferenças de curvatura entre grupos, descrita na **Tabela 6**. O aumento médio de curvatura decorrente de instrumentação canal ar variou entre 1,22 e 2,54mm, com valores significativamente inferiores para o terço apical ($p < 0,05$ em ambos os grupos), relativamente à análise por terço radicular. A análise por grupo revelou valores inferiores para o grupo B, embora apenas haja significância estatística a nível do terço médio (1,67 vs 2,54; $p < 0,001$).

Tabela 6- Estatística descritiva e comparação das diferenças T1-T0 no raio da curvatura canal ar por sistema de instrumentação e terço radicular. \bar{x} : média amostral, s: desvio padrão amostral, min: mínimo, max: máximo. Diferenças estatisticamente significativas indicadas a negrito.

T1-T0	Terço radicular	A-PT		B-TN		P
		\bar{x} (s)	[min; max]	\bar{x} (s)	[min; max]	
CURVATURA CANALAR, MM	Médio	2,54(0,56)	[1,38; 4,12]	1,67(0,75)	[0,82; 3,76]	<0,001
	Apical	1,4(0,53)	[0,45; 2,57]	1,22(0,59)	[0,31; 2,84]	0,333
	P	<0,001		0,025		

V. DISCUSSÃO

A curvatura de um canal endodôntico é um fator importante a considerar, pois implica que qualquer instrumento utilizado para a preparação tenha que ter a capacidade de se adaptar à forma do canal radicular.²⁶

Schneider foi o primeiro autor a questionar-se sobre a influência da curvatura dos canais no tratamento endodôntico. Para conseguir avaliar a influência da curvatura canalar na instrumentação, desenvolveu o *método de Schneider*, que pressupunha a formação, de acordo, com o grau de curvatura, de três grupos de canais, indicadores da severidade da mesma.²⁷

Ao longo dos anos, vários autores tentaram encontrar métodos alternativos que permitissem quantificar a severidade das curvaturas dos canais. *Pruett* e colaboradores aproveitaram a ideia publicada por *Backman*, que afirmava que a extensão da parte curva do canal influenciava a severidade da curvatura. Assim, para além de um parâmetro angular, introduziram um segundo parâmetro designado de raio da curvatura.^{28, 29, 30, 31}

Pruett determinou o raio da curvatura pela intersecção de duas linhas tangentes, que tinham direção ao longo do eixo do canal no terço médio e no terço apical, respetivamente. O comprimento dessas linhas era o raio da circunferência da curvatura.²⁸

No estudo de *Berutti*, por sua vez, o raio foi determinado a partir do eixo médio do canal, ou seja, o ponto de referência encontra-se dentro do canal e é o ponto a partir da qual circunferência é desenhada.¹⁵

Já *Edgar Schafer*, utilizou radiografias dentárias para determinar o raio. O ponto A correspondeu ao início da curvatura do terço médio e o ponto B, correspondeu ao foramén apical e o raio foi calculado com base nos princípios geométricos de um triângulo isósceles.³⁰

Sonntag, por outro lado, calculou o raio matematicamente. O objetivo deste estudo foi apresentar um novo método, baseado em cálculos numéricos, para fornecer dados sobre qualquer tipo de curvatura do canal radicular, em qualquer ponto ao longo do eixo do canal.³⁵

Quanto mais pequeno o raio de curvatura, mais abrupto será o desvio do canal. Os parâmetros “ângulo da curvatura” e “raio da curvatura” são independentes um do outro. Dois canais diferentes podem ter o mesmo ângulo de curvatura e, simultaneamente, terem raios diferentes, tendo assim uma curvatura mais ou menos abrupta.

As complicações que podem surgir no tratamento de canais radiculares curvos, desempenham um papel significativo no processo de preparação química mecânica do canal radicular. A existência de angulações abruptas pode provocar a perda do comprimento de trabalho, durante a instrumentação ou o alargamento de um canal com uma curvatura proximal e, por conseguinte, em transporte severo do canal ou mesmo em perfuração.³⁰

A determinação do raio das curvaturas, antes e depois da instrumentação, permite determinar quais as limas endodônticas que preservam melhor a anatomia original do canal após da instrumentação. Como para este estudo foram escolhidos blocos de resina acrílica, e realizadas fotografias dos mesmos, temos de ter em conta que a análise experimental foi feita em dimensão 2D. Os resultados obtidos podem ter sido influenciados pela diferença de dureza entre resina acrílica e o dente natural, além do calor gerado durante a instrumentação. Isto pode ter causado a distorção do canal, diminuir a eficiência de corte ou provocar a fratura do instrumento.^{32, 33, 34,36}

Este estudo baseou-se na análise quantitativa por meio de alteração do canal radicular, pela determinação do raio da curvatura no terço médio e no terço apical, entre as fotografias antes e depois da instrumentação. Importante referir, que na literatura não foi encontrado nenhum estudo que compare as limas PTG e TN, portanto não foi possível comparar diretamente os resultados.

Num estudo encontrado³⁶, compararam-se as limas rotativas PTG com as PTU, e através da determinação do ângulo da curvatura concluíram que o sistema de PTG apresentou menor distorção na porção curva do canal, o que contraria os resultados obtidos neste trabalho.

Neto³⁷, que comparou as limas ProTaper Universal™, ProTaper Next™ e ProTaper Gold™, concluiu que as limas ProTaper Gold™ corresponderam ao sistema rotativo que mais respeitou a anatomia inicial dos canais simulados em resina acrílica, o que também não condiz com os resultados obtidos neste estudo.

Existem diferenças significativas entre os blocos que foram distribuídos inicialmente, já que os blocos do grupo B apresentaram valores médios de curvatura superiores aos do grupo A, embora apenas significativos no terço apical. Podemos concluir que blocos não eram totalmente estandardizados, o que pode, de alguma forma, ter influenciado os resultados.

Na análise dos grupos da pós-instrumentação registou-se que espécimes alocados ao grupo B tinha mantido uma curvatura apical significativamente superior, o que mostra que houve uma melhor preservação da curvatura no terço apical, enquanto no terço médio do canal os resultados não foram estatisticamente significativos.

Por outro lado, como os blocos distribuídos inicialmente não eram totalmente estandardizados, foi feita a análise das diferenças de curvatura entre os grupos. Assim, a comparação dos resultados entre os grupos A e B, revelou valores médios de curvatura inferiores para o grupo B, embora a significância estatística apenas tenha sido encontrada ao nível do terço médio.

Podemos, então, concluir que o grupo B mostrou melhores resultados, causou menor endireitamento do canal no terço médio. Em relação ao terço apical, é importante fazerem-se mais investigações. Realçar que em futuros estudos, os blocos de resina que simulam a forma em S do canal, devem ser mais estandardizados, de forma a evitar o viés na análise estatística, bem como, aumentar o número da amostra.

As limas TruNatomy™, que foram introduzidas recentemente pela uma empresa Dentsply Maillefer, oferecem vantagem já que causam menor distorção da forma original do canal S e são mais flexíveis, propriedade que é responsável pela capacidade do sistema TN manter a anatomia inicial de um canal. No entanto, para comprovar estes resultados são necessários mais estudos.

Durante o estudo não houve deformações macroscópicas ou fraturas de instrumento.

VI. CONCLUSÃO

A endodontia mecanizada é uma possibilidade de tratamento que tem evoluído tecnologicamente ao longo do tempo e atraído cada vez mais médicos dentistas.

As limas endodônticas mecanizadas TruNatomy™ preservaram melhor a anatomia original do canal com forma de um S, produziram menor deformação das curvaturas no terço médio e no terço apical e mostraram mais flexibilidade, comparativamente com as limas ProTaperGold™.

Durante o tratamento endodôntico, os médicos dentistas devem selecionar o sistema de limas mecanizadas mais apropriado a cada caso, tendo em conta as propriedades mecânicas do instrumento e os que possuem melhor adaptação à curvatura do canal, de forma a respeitar a anatomia original do canal, a evitar o transporte apical e a comprometer o tratamento endodôntico.

VII. REFERÊNCIAS

1. American Association of Endodontists, Glossary of Endodontic Terms, 2016, pp. 18;
2. Chris H. Fleming, DMD, Mark S. Litaker, Phd, Larry W. Alley, DMD, And Paul D. Eleazer, DDS, MS: “Comparison of Classic Endodontic Techniques versus Contemporary Techniques on Endodontic Treatment Success”. *J Endod* 2010 Mar;36(3):414-8. doi: 10.1016/j.joen.2009.11.013. Epub 2010 Jan 25;
3. European Society of Endodontology, Quality Guidelines for Endodontic Treatment: “Consensus Report of the European Society of Endodontology”. *Int Endod J* 2006 Dec;39(12):921-30. Doi: 10.1111/J.1365-2591.2006.01180.X;
4. Levin LG, Law AS, Holland GR, Abbott P V., Roda RS: “Identify and Define All Diagnostic Terms for Pulpal Health and Disease States”. *J Endod* 2009;35(12):1645–57. Available from <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.09.032>;
5. Dahlkemper Patrick E. CDB, Goldberg R. Richard L. Rubin B, William D. Powell C.: “Guide to Clinical Endodontics”, Sixth Edition. *Guid to Clin Endod [Internet]*. 2013;1–40;
6. Paul M. H. Dummer, BDS, MScD, PhD, Mohammed A. O. Al-Omari, BDS, MScD, PhD, and Susan Bryant, BDS: “Comparison of the Performance of Four Files with Rounded Tips during Shaping of Simulated Root Canals”. *J Endod* 1998 May;24(5):364-71. doi: 10.1016/S0099-2399(98)80136-2;
7. Moore B, Verdelis K, Kishen A, Dao T, Friedman S.: “Impacts of Contracted Endodontic Cavities on Instrumentation Efficacy and Biomechanical Responses in Maxillary Molars”. *J Endod*. 2016;42(12):1779–83;
8. H M Walia, W A Brantley, H Gerstein : “An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files”. *J Endod* 1988 Jul;14(7): 346-51. doi: 10.1016/s0099-2399(88)80196-1;
9. Peters, Ove A.: “Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems: A Review”. *J Endod*, vol. 30, no. 8, 2004, pp. 559–67, doi: 10.1097/01.DON.0000129039.59003.9D;
10. Yared G.: “Canal preparation with only one reciprocating instrument without prior hand filing: A new concept”. *Int Dent*. 2012;2:78-87;

11. Michael Hulsmann, Ove A. Peters & Paul M.H. Dummer: “Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means”. *Endodontic Topics* 2005, 10, 30– 76;
12. by Wolters Kluwer – Medknow :“Effect of three different rotary instrumentation systems on crack formation in root dentin: An in vitro study”. Year. 2018 ,volume: 30, issue: 2, page : 103-112;
13. S. A. Thompson Department of Adult Dental Health, University of Wales College of Medicine, Cardiff, UK: “An overview of nickel–titanium alloys used in dentistry”. *International Endodontic Journal* 33, 297–310, 2000
14. Ding-Ming et al.: “Study of the Progressive Changes in Canal Shape After Using Different Instruments by Hand in Simulated S Shaped Canals”. *J Endod.* 2007 Aug;33(8):986-9. Available at: [http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=J+Endod.+2007+Aug%3B33\(8\)%3A986-9](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=J+Endod.+2007+Aug%3B33(8)%3A986-9)
15. Berutti E. et al.: “Use of Nickel-Titanium Rotary PathFile to Create the Glide Path: Comparison With Manual Preflaring in Simulated Root Canals”. *J Endod.* 2009 Mar;35(3):408-12. doi: 10.1016/j.joen.2008.11.021;
16. Arias, Ana, et al. “Correlation between Temperature-Dependent Fatigue Resistance and Differential Scanning Calorimetry Analysis for 2 Contemporary Rotary Instruments.” *J Endod* vol. 44, no. 4, 2018, pp. 630–34, doi:10.1016/j.joen.2017.11.022.
17. Ye J. et al. : “Metallurgical Characterization of M-Wire Nickel-Titanium Shape Memory Alloy Used for Endodontic Rotary Instruments during Low-cycle Faigue”. *J Endod.* 2012 Jan;38(1):105-7;
18. Arias A. et al. “Differences in torsional performance of single- and multiple instrument rotary systems for glide path preparation”. 2015, *Odontology* DOI10.1007/s10266-015-0199-0;
19. Bayram, H. Melike, et al. “Effect of ProTaper Gold, Self-Adjusting File, and XP-Endo Shaper Instruments on Dentinal Microcrack Formation: A Micro–computed Tomographic Study.” *J Endod*, vol. 43, no. 7, Elsevier Inc, 2017, pp. 1166–69, doi:10.1016/j.joen.2017.02.005;

20. Edson Jorge Lima Moreira, Hélio Pereira Lopes: “Protaper Sistema de Instrumentos com Conicidades Variadas”. Clinical Update, Publicação de Atualização Profissional da Dentsply Brasil. http://www.dentsply.com.br/isogesac/imgcatalogo/clinical3_protaper.pdf;
21. Clifford J. Ruddle: “The Protaper Technique”. Endodontic Topics 2005, 10, 187–190;
22. Brochure or ProTaper Gold. Available at: http://www.tulsadentalspecialties.com/Libraries/Tab_Content_Endo_Access_Shaping/Brochure_for_ProTaper_Gold.sflb.ashx;
23. Amr M. Elnaghy, BDS, MSc, PhD Shaymaa E. Elsaka, BDS, MSc, PhD and Alaa H. Elshazli, BDS, MSc, PhD: “Dynamic cyclic and torsional fatigue resistance of TruNatomy compared with different nickel–titanium rotary instruments”. Aust Endod J. 2020 Aug;46(2):226-233. doi: 10.1111/aej.12396. Epub 2020 Feb 5;
24. Amr M. Elnaghy, Shaymaa E. Elsaka and Ayman O. Mandorah: “In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of TruNatomy in single and double curvature canals compared with different nickel-titanium rotary instruments”. BMC Oral Health. 2020 Feb 4;20(1):38. doi: 10.1186/s12903-020-1027-7.
25. Brochure or TruNatomy. Available at: <https://www.dentsplysirona.com/en/explore/endodontics/trunatomy.html>;
26. A E Skidmore, A M Bjorndal: “Root canal morphology of the human mandibular first molar” Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1971 Nov;32(5):778-84. doi: 10.1016/0030-4220(71)90304-5;
27. Sam W. Schneider D.D.S.: “A comparison of canal preparations in straight and curved root canals” Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology Volume 32, Issue 2, August 1971, Pages 271-275;
28. J P Pruett, D J Clement, D L Carnes Jr : “Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments”, J Endod 1997 Feb;23(2):77-85. doi: 10.1016/S0099-2399(97)80250-6;
29. Franklin S. Weine DDS, MSD, Robert F. Kelly DDS, Kenneth E. Bray DDS, MS “Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape”, Journal of Endodontics Volume 2, Issue 10, October 1976, Pages 298-303;

30. Edgar Schafer, Priv.-Doz., Dr. med. dent. Christian Diez, Dr. med. dent. Wolfgang Hoppe, Prof. Dr. med. dent. Joachim Tepel, Priv.-Doz., Dr. med. dent. “Roentgenographic Investigation of Frequency and Degree of Canal Curvatures in Human Permanent Teeth” *Journal of Endodontics*, Volume 28, Issue 3, March 2002, Pages 211-216;
31. Elio Berutti, MD, DDS, Giuseppe Cantatore, MD, DDS, Arnaldo Castellucci, MD, DDS, Giorgio Chiandussi, MSc, PhD, Francesco Pera, DDS, Giuseppe Migliaretti, MD, and Damiano Pasqualini, DDS “Use of Nickel-Titanium Rotary PathFile to Create the Glide Path: Comparison With Manual Preflaring in Simulated Root Canals” *Journal of Endodontics* Volume 35, Issue 3, March 2009, Pages 408-412;
32. *Huang Ding-ming, DDS, PhD, Luo Hong-xia, DDS, MD, Gary S.-P. Cheung, MDS, MSc, Zhang Lan, MD, Tan Hong, DDS,† and Zhou Xue-dong, DDS, PhD* “Study of the Progressive Changes in Canal Shape After Using Different Instruments by Hand in Simulated S-Shaped Canals” *J Endod*, Volume 33, Issue 8, August 2007, Pages 986-989;
33. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A.: “The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals”, *J Endod* 2005;31:373–5;
34. Ozgur UM, Cehreli ZC, Mocan BO, Dagli FT.: “Comparative evaluation of three nickeltitanium instrumentation systems in human teeth using computed tomography”, *J Endod* 2006;32:668 –71;
35. D. Sonntag, Dr. Med. dent.; S. Stachniss-Carp, Dr. rer. nat., C. Stachniss; and V. Stachniss, Prof. Dr. med. Dent “Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part II): A method based on numeric calculus” *Aust Endod J* 2006 Apr;32(1):16-25. doi: 10.1111/j.1747-4477.2006.00003.x;
36. Emmanuel João Nogueira Leal Silva, Brenda Leite Muniz, Frederico Pires, Felipe Gonçalves Belladonna, Aline Almeida Neves, Erick Miranda Souza, and Gustavo De-Deus “Comparison of canal transportation in simulated curved canals prepared with ProTaper Universal and ProTaper Gold systems” *Restor Dent Endod*. 2016 Feb; 41(1): 1–5. Published online 2016 Feb 4. doi: 10.5395/rde.2016.41.1.1;

37. Filipa Neto, António Ginjeira “Comparative analysis of simulated root canal shaping, using ProTaper Universal, Next and Gold”, *revportestmatolmeddenticrmaxilofac*.2016;57 (2): 82-86.