

Diana Lúcia Magalhães Nascimento

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2020

Diana Lúcia Magalhães Nascimento

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade de Ciências da Saúde

Porto, 2020

Diana Lúcia Magalhães Nascimento

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

“Trabalho apresentado à
Universidade Fernando Pessoa
como parte dos requisitos para obtenção do grau
de Mestrado Integrado em Medicina Dentária”

Diana Lúcia Magalhães Nascimento

RESUMO

Objetivo: Quantificar e comparar os detritos extruídos pelo forâmen apical usando os sistemas de instrumentação ProTaper Gold[®], ProTaper Next[®] e as técnicas híbridas TruNatomy[®]/ProTaper Gold[®] e TruNatomy[®]/ProTaper Next[®], onde as limas S1, S2 e X1 são substituídas pelas limas TruNatomy *Glider* e TruNatomy *Prime* na execução do *glidepath*.

Métodos: 80 dentes monocanales foram distribuídos aleatoriamente em quatro grupos (n=20), de acordo com a técnica de instrumentação utilizada: técnicas híbridas TruNatomy[®]/ProTaper Gold[®] e TruNatomy[®]/ProTaper Next[®] e sistema ProTaper Gold[®] e ProTaper Next[®].

Os detritos foram recolhidos para tubos de Eppendorf. Após a instrumentação, os tubos foram pesados três vezes consecutivas para obtenção do peso médio final. Foram constituídos 3 tubos de controlo de hipoclorito, onde o peso médio final dos mesmos foi retirado ao peso médio final dos 80 tubos. Após verificação da normalidade (teste de Shapiro-Wilk), foi realizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar os quatro grupos em estudo. Para efetuar comparações entre pares de técnicas, foram feitos testes de Mann-Whitney com correção de Bonferroni.

Resultados: Os grupos TruNatomy/ProTaper Gold e TruNatomy/ProTaper Next produziram significativamente menor extrusão em comparação com as técnicas ProTaper Gold e ProTaper Next ($p<0,05$) respetivamente. A técnica TruNatomy/ProTaper Next apresentou peso de detritos significativamente inferior aos restantes grupos ($p<0,05$) e a técnica ProTaper Gold significativamente superior aos restantes ($p<0,05$).

Conclusão: As técnicas híbridas de instrumentação TruNatomy/ProTaper Gold e TruNatomy/ProTaper Next produziram significativamente menor extrusão em comparação com as técnicas ProTaper Gold e ProTaper Next.

Palavras-chave: “*endodontic treatment*”, “*apical extrusion*”, “*TruNatomy*”, “*NiTi*”, “*smear-layer*”, “*M-Wire*” e “*NaOCl*”.

ABSTRACT

Objective: Quantify and compare the debris extracted by the apical foramen using the ProTaper Gold[®], ProTaper Next[®] instrumentation systems and the TruNatomy[®]/ProTaper Gold[®] and TruNatomy[®]/ProTaper Next[®] hybrid techniques, where the S1, S2 and X1 files are replaced by TruNatomy *Glider* and TruNatomy *Prime* files in the *glidepath* execution.

Methods: 80 single-channel teeth were randomly assigned to four groups (n = 20), according to the instrumentation technique used: hybrid techniques TruNatomy[®]/ProTaper Gold[®] and TruNatomy[®]/ProTaper Next[®] and ProTaper Gold[®] and ProTaper Next[®] systems.

Debris was collected into Eppendorf tubes. After instrumentation, the tubes were weighed three times in a row to obtain the final average weight. Three hypochlorite control tubes were formed, where the final average weight of them was removed from the final average weight of the 80 tubes. After checking normality (Shapiro-Wilk test), the Kruskal-Wallis non-parametric test was performed to compare the four groups under study. To make comparisons between pairs of techniques, Mann-Whitney tests were performed with Bonferroni correction.

Results: The TruNatomy/ProTaper Gold and TruNatomy/ProTaper Next groups produced significantly less extrusion compared to the ProTaper Gold and ProTaper Next techniques (p <0,05) respectively. The TruNatomy/ProTaper Next technique has a significantly lower weight of debris than the other groups (p <0,05) and the ProTaper Gold technique significantly higher than the others (p <0,05).

Conclusion: Hybrid instrumentation techniques TruNatomy/ProTaper Gold and TruNatomy/ProTaper Next produced significantly less extrusion compared to ProTaper Gold and ProTaper Next techniques.

Key words: “endodontic treatment”, “apical extrusion”, “TruNatomy”, “NiTi”, “smear-layer”, “M-Wire” e “NaOCl”.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por toda a educação, valores transmitidos, e por todas as oportunidades que sempre me proporcionaram.

Um especial agradecimento ao Prof. Duarte Guimarães por toda a simpatia com que sempre me respondeu a todas as dúvidas. O meu obrigada por toda a partilha de conhecimento, competência e boa disposição que sempre teve para comigo ao longo de todo o trabalho.

À prof^a. Ana Teles, por ser uma inspiração e por me transmitir que somos sempre capazes de mais e melhor.

À Prof^a. Conceição Manso por toda a simpatia e tempo dispensado na ajuda relativa à parte da estatística.

Ao Sr. Miguel e Sr. Ricardo por toda a simpatia com que sempre me receberam no laboratório, e por toda a ajuda no fornecimento do material.

A todos os professores, funcionários e colegas que tornaram o meu percurso académico mais enriquecedor.

ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	IX
ÍNDICE DE TABELAS	X
ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	XI
I. INTRODUÇÃO	1
II. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
2.1. Pesquisa bibliográfica.....	4
2.2. Tipo de Estudo.....	4
2.3. Materiais	4
2.4. Seleção da amostra	5
2.5. Preparação da amostra	5
2.6. Descrição do aparato utilizado e preparação dos dentes para a instrumentação	6
2.7. Instrumentação Canalar	6
2.7.1. TruNatomy [®] /Protaper Gold [®]	7
2.7.2. TruNatomy [®] /Protaper Next [®]	7
2.7.3. ProTaper Gold [®]	7
2.7.4. ProTaper Next [®]	7
2.8. Tratamento da amostra após instrumentação.....	7
2.9. Pesagem dos detritos	8
2.10. Dados estatísticos	8
III. RESULTADOS	9
IV. DISCUSSÃO	10
V. CONCLUSÃO.....	15
VI. BIBLIOGRAFIA	16
VII. ANEXOS	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Parecer da Comissão de Ética.....	pág.21
Figura 2- Dentes a serem radiografados.....	pág.22
Figura 3- Limpeza dos dentes com destartarizador.....	pág.22
Figura 4- Determinação de CT com lima manual K010 a ultrapassar o FA.....	pág.22
Figura 5- Determinação de CT com lima manual K010 já não visível.....	pág.23
Figura 6- Aplicação de verniz no 1/3 apical com lima K020 a ultrapassar o FA.....	pág.23
Figura 7- Aplicação de 2 camadas de verniz no dente à volta da JAC.....	pág.23
Figura 8- Aspeto final do dente inserido no Tubo de Eppendorf.....	pág.24
Figura 9- Aparato utilizado no estudo.....	pág.24
Figura 10- Tubos Eppendorf previamente à sua colocação na estufa incubadora.....	pág.24
Figura 11- Detritos extruídos após instrumentação do CR.....	pág.25
Figura 12- Pesagem final dos tubos de Eppendorf.....	pág.25
Figura 13- Tubos de controlo após evaporação do NaOCl.....	pág.26
Figura 14- Diagrama de extremos e quartis	pág.27

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Estatísticas de caracterização do peso de detritos extruído (em gramas) com diferentes técnicas de instrumentação e resultado da comparação das mesmas por teste de inferência.....	pág. 9
Tabela 2- Comprimento de trabalho de todos os dentes da amostra.....	pág.26

ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS

%- Percentagem

°C-Graus Celsius

CA- Cavidade de acesso

CR- Canal Radicular

CT- Comprimento de Trabalho

FA- Forâmen Apical

JAC- Junção amelo cementaria

ml- Mililitros

mm- Milímetros

NaOCl- Hipoclorito de sódio

Ncm- Newton centimetre

NiTi- Níquel – Titânio

PTU- ProTaper Universal[®]

PTN- ProTaper Next[®]

PTG- ProTaper Gold[®]

rpm- Rotações por minuto

TdE- Tubo de Eppendorf

TE- Tratamento Endodôntico

TN- TruNatomy[®]

SCR- Sistema de Canais Radiculares

Spss- Statistical Package for the Social Sciences

TN/PTG - TruNatomy/ProTaper Gold

TN/PTN - TruNatomy/ProTaper Next

I. INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico (TE) é composto por várias etapas todas elas interligadas entre si, que tem como principais objetivos a preparação/instrumentação do canal radicular (CR), desinfecção e posterior obturação proporcionando, um selamento hermético apical e lateral do sistema de canais radiculares (SCR) (Sipavičiūtė and Manelienė, 2014).

Nas últimas décadas, avanço nos processos de fabricação dos instrumentos endodônticos, permitiram grandes progressos na preparação mecânica do SCR. A introdução da liga de níquel-titânio (NiTi) veio revolucionar a instrumentação do CR, até então efetuada somente com limas manuais de aço inoxidável (Caviedes-Bucheli *et al.*, 2016).

Os instrumentos de NiTi tornaram-se ferramentas essenciais na instrumentação do SCR, devido à sua flexibilidade superior e conseqüente maior resistência à fratura por torção, maior eficácia de corte e maior elasticidade, o que permite alcançar com maior facilidade e em menos tempo a desejável forma cônica do CR (Shim *et al.*, 2017; Zupanc, Vahdat-Pajouh and Schäfer, 2018). Após a introdução da liga NiTi, vários sistemas de instrumentação rotatória foram surgindo.

Os instrumentos com rotação contínua foram o primeiro movimento de instrumentação mecanizada rotatória, sendo colocado no mercado, o primeiro instrumento rotatório Profile® em 1992 (Martins *et al.*, 2019). Posteriormente surgiram os instrumentos com movimentação recíprocante. Neste tipo de instrumentos há um movimento de rotação no sentido anti-horário em que o instrumento penetra e corta a dentina, seguindo-se de um movimento mais curto no sentido horário em que o instrumento é libertado (Kherlakian *et al.*, 2016).

A fim de melhorar a limpeza do SCR durante a preparação mecânica há ainda a possibilidade de utilização de uma técnica híbrida. Nas técnicas híbridas são combinados diferentes sistemas de instrumentação, aproveitando as diferentes vantagens dos diferentes sistemas de instrumentos de modo a melhorar o desempenho endodôntico (Gonçalves *et al.*, 2015; Gallottini, 2017).

No entanto, depois de anos de evolução e existindo hoje uma melhor compreensão da anatomia do SCR, novas técnicas terem surgido e novos instrumentos com diferentes características, designs e conicidades que permitem realizar o TE de forma mais rápida e eficiente a taxa de sucesso do TE varia entre 31% a 96% (Zhang, Liu and Liu, 2018).

O sucesso do TE assenta na sequência de três passos fundamentais, desbridamento, desinfecção e obturação do SCR (Lu and Fariniuk, 2015; Zhang, Liu and Liu, 2018) sendo a instrumentação do CR um dos passos mais importantes (Vyavahare, Raghavendra and Desai, 2016). No entanto, no decorrer desta fase, pode ocorrer extrusão de detritos do interior do CR para os tecidos periapicais que incluem tecido pulpar vital ou necrótico, bactérias e seus subprodutos e substâncias irrigadoras (Pedrinha *et al.*, 2018; Pawar *et al.*, 2019).

Esta extrusão de detritos durante a instrumentação pode estar associada a inflamação pós-operatória, atraso na cicatrização de lesões perirradiculares e pode mesmo levar ao fracasso do TE (Western and Dicksit, 2017). Sabe-se que, até ao momento todos os sistemas de instrumentação provocam extrusão de detritos pelo forâmen apical (FA)(Costa *et al.*, 2018; Titty *et al.*, 2019).

No entanto, as diferentes técnicas de instrumentação e os diferentes instrumentos, extruem diferentes quantidades de detritos. Alguns autores relacionam estas diferenças com o design dos instrumentos (secção transversal, conicidade, tipo de ponta, número de limas, cinemática do instrumento e eficácia de corte)(Tanalp and Güngör, 2014; Sen *et al.*, 2018), instrumentação do canal até ao ápice, quantidade e método utilizado na administração de substâncias irrigadoras (Vyavahare, Raghavendra and Desai, 2016).

Tem sido também descrita a importância da execução de *glidepath* na redução de detritos extruídos apicalmente. Sendo descrita como uma das etapas preliminares da instrumentação essenciais para otimizar a forma do CR, um *glidepath* tem sido recomendado para uma preparação mais segura, sendo que, este quando bem executado reduz erros de procedimento como melhor determinação do comprimento de trabalho (CT), transporte do canal, fratura dos instrumentos por torção e formação de degraus (Gunes and Yesildal Yeter, 2018; Zheng *et al.*, 2018; Keskin *et al.*, 2019). Pawar *et al* afirma que a execução de *glidepath* está associada a menor extrusão de detritos (Pawar *et al.*, 2017).

Ao longo dos anos, novas limas de instrumentação com diversos designs, cinemáticas e conicidades foram surgindo.

O sistema de instrumentação ProTaper Next[®] (PTN; Dentsply Maillefer, Suíça) é sucessor do sistema ProTaper Universal[®] (PTU; Dentsply Maillefer, Suíça). Tal como as limas PTU têm conicidade variável, apresentam uma secção transversal quadrangular e a sua porção cortante é feita de uma liga de NiTi designada de M-Wire que fornece aos instrumentos maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica (E. J. N. L. Silva *et al.*, 2016).

As limas ProTaper Gold® (PTG; Dentsply Maillefer, Suíça) apresentam a mesma sequência que as limas PTU. Consistem numa sequência de 8 limas (Sx, S1, S2, F1, F2, F3, F4 e F5) com características similares às PTU sendo a principal diferença entre si o tipo de liga da lima, tendo sido substituído a liga NiTi por NiTi com tratamento térmico *Gold*. Possuem ponta não cortante e secção transversal triangular convexa com poder de corte aumentado e menor atrito rotacional entre a lima e a dentina.

O recente sistema de limas TruNatomy®, criado em 2019 (TN; Dentsply Maillefer, Suíça) representa um sistema inovador e eficiente, que oferece um desempenho superior no que concerne ao desbridamento e remoção de detritos, conferindo um maior respeito da anatomia natural do SCR, preservando assim, a integridade estrutural.

Os novos instrumentos TN são fabricados usando um fino fio NiTi tratado termicamente, de 0.8 mm de diâmetro máximo em vez do diâmetro de 1.2mm usado na maioria da fabricação dos restantes sistemas de limas (Riyahi *et al.*, 2020). Os instrumentos TN apresentam uma secção transversal descentralizada, com um desenho de paralelogramo.

Um conjunto de cinco limas de desenho único constituem o sistema de instrumentação TN, sendo composto por uma lima designada de TN *Orifice Modifier (20.08)* a primeira lima da sequência que apenas modela o orifício de entrada do CR criando o ponto de entrada ideal para as limas subsequentes, permitindo a máxima preservação da dentina pericervical. Segue-se uma segunda lima designada de TN *Glider (17.02)* com apenas duas arestas de corte, opera a uma velocidade mais alta (500rpm) para maior eficiência de corte com menos torque (1.5 Ncm)(Peters, Arias and Choi, 2020).

As limas de modelagem TN são fornecidas em três tamanhos diferentes de modo a tratar a ampla variedade de CR existentes, TN *Small (20.04)*, TN *Prime (26.04)* e TN *Medium (36.03)* (Elnaghy, Elsaka and Elshazli, 2020). A lima TN *Prime* é apropriada para a grande maioria dos CR, no entanto estão disponíveis as limas TN *Small* e TN *Medium* para instrumentação de CR maiores e menores.

Assim, este trabalho tem como objetivo quantificar e comparar a quantidade de detritos extruídos pelo FA após instrumentação de 80 dentes monocanales utilizando as técnicas híbridas TruNatomy/ProTaper Gold (TN/PTG) e TruNatomy/ProTaper Next (TN/PTN) onde as limas de modelagem do canal S1, S2 e X1 foram substituídas pelas limas TN *Glider* e TN *Prime* na execução do *glidepath*. Por fim comparar se existe diferenças entre estas técnicas e a instrumentação com sistemas PTG e PTN seguindo a sequência recomendada pelos fabricantes.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Pesquisa bibliográfica

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica nos motores de busca PubMed, B-on e Google Académico com as seguintes palavras chave “*endodontic treatment*”, “*apical extrusion*”, “*TruNatomy*”, “*NiTi*”, “*smear-layer*”, “*M-Wire*” e “*NaOCl*” conjugadas entre si.

A pesquisa foi realizada no período de setembro de 2019 a março de 2020, e, tendo em conta a vasta informação encontrada, valorizou-se a informação mais recente tendo sido apenas incluídos artigos posteriores a 2014.

Foram consultados 95 artigos sendo incluídos apenas artigos que abordassem a temática da extrusão apical de detritos com diferentes técnicas de instrumentação. Foram selecionados apenas artigos em inglês e do tipo revisões bibliográficas, meta-análises e estudos *in vitro*. Assim sendo, após extensa pesquisa foram apenas selecionados 48 artigos.

2.2. Tipo de Estudo

Observacional transversal

2.3. Materiais

Broca cilíndrica 010 (Dentsply Maillefer); Broca Endo-Z[®], (Dentsply Maillefer); Turbina (SOCO[®]); 80 Dentes monocanales; Lamparina; Instrumento de bola (Angelus[®]); 80 Tubos de Eppendorf; Suporte de Tubos de Eppendorf; Caneta permanente de tinta preta (STAEDTLER permanent); Álcool; Compressas esterilizadas; Régua endodôntica (DiaDent[®]); Luvas; verniz transparente (MyLabel); Folha de alumínio; Stops de borracha; Películas radiográficas intraorais (DF58 periapical Carestream); Balança analítica de precisão (KERN 770, d=0,1mg); Estufa incubadora (Binder[®]); Hipoclorito de sódio 3%; Cloramina 0,5%; Água destilada; Sistemas de instrumentação: TruNatomy[®] (Dentsply Maillefer Suíça), ProTaper Next[®] (Dentsply Maillefer Suíça) e ProTaper Gold[®] (Dentsply Maillefer Suíça); Motor X-Smart Plus[®] (Dentsply Maillefer Suíça); Agulha (Coltene[®] 27ga-0.4mm ref.60011167); Seringa plástica 5ml (BD Emerald[®] ref.307731)

2.4. Seleção da amostra

Para a seleção da amostra foi efetuada uma avaliação clínica e radiográfica dos dentes. Seguindo os seguintes critérios foram selecionados 80 dentes monocanales:

- Clinicamente, dentes permanentes que possuíssem ápice fechado, sem cárie radicular, sem fraturas verticais ou horizontais, sem reabsorções externas ou internas e canais sem calcificações;
- Radiograficamente possuíssem apenas um CR e ausência de TE.

2.5. Preparação da amostra

Todos os dentes selecionados para o estudo foram sujeitos a um procedimento de limpeza e desinfecção previamente à instrumentação.

Inicialmente, todos os dentes foram limpos com destartarizador (W&H[®]) para eliminar tártaro e quaisquer outros detritos que pudessem existir na superfície radicular. Posteriormente foram colocados numa solução de cloramina 0,5 % por um período de 7 dias. Terminado este período foram acondicionados numa solução de água destilada durante 24 horas antes do início dos procedimentos clínicos.

Procedeu-se à realização da cavidade de acesso (CA), com broca diamantada esférica montada em turbina com refrigeração constante. De seguida, recorreu-se à broca Endo-Z[®] para remoção da totalidade do teto da câmara pulpar de modo a obter uma melhor visualização do CR.

Após a realização da CA de todos os dentes foi determinado o CT usando o método visual, em que uma lima K010 foi colocada ultrapassando o FA, sendo subtraído o necessário até esta deixar de ser visível. O CT de todos os dentes foi registado.

Para que os dentes possuíssem igual calibre a nível apical, padronizou-se o diâmetro apical ISO 020 para todos os dentes. Assim, todos os dentes foram permeabilizados com calibre crescente ISO 008, 010, 015 e 020 até ultrapassar o FA. De seguida, com a lima K020 a ultrapassar ligeiramente o FA aplicou-se duas camadas de verniz transparente de modo a selar qualquer forâmen secundário que pudesse existir e pudesse extruir detritos.

2.6. Descrição do aparato utilizado e preparação dos dentes para a instrumentação

No presente estudo os 80 dentes foram colocados em 80 tubos de Eppendorf (TdE) montados num dispositivo semelhante ao modelo experimental descrito por Myers & Montgomery em 1991. Deste modo, os tubos permaneceram estáveis durante a preparação mecânica e não foi possível visualizar os eventuais detritos extruídos pelo FA. Foi utilizado um suporte plástico de TdE envolto em papel de alumínio e a cada TdE foi atribuído um número.

Foram utilizadas 80 novas tampas de TdE sendo perfuradas com auxílio de um instrumento de bola previamente aquecido. Os dentes foram introduzidos nas tampas até à junção amelo cementaria (JAC) efetuando-se alguma pressão. As 80 tampas foram introduzidas nos tubos ficando assim os dentes em suspensão no interior dos mesmos.

Posteriormente à colocação dos dentes nos TdE, foram colocadas duas camadas de verniz transparente na região da JAC de modo a selar a parte cervical do dente. Introduziu-se ainda uma agulha lateralmente ao dente na tampa de cada TdE de modo a equalizar a pressão do ar dentro e fora do tubo.

2.7. Instrumentação Canalar

Foram colocados 10 tubos de cada vez no suporte de plástico previamente envolto em papel de alumínio e iniciou-se a instrumentação. Todos os dentes foram irrigados com solução de NaOCl 3% e instrumentados com os diferentes sistemas de instrumentação rotatória. Foram utilizados rolos de algodão esterilizados para absorver irrigante que transbordasse pela coroa.

Utilizou-se o Motor X-Smart Plus[®], programa PTU, com velocidade 250rpm e torque 2,8Ncm para os sistemas de instrumentação PTG e PTN e velocidade 500rpm e 1,5Ncm para o sistema de instrumentação TN conforme as instruções dadas pelo fabricante. Entre cada inserção da lima, removeu-se os restos de dentina usando uma compressa esterilizada humedecida com álcool. A cada conjunto de 5 dentes usou-se um conjunto novo de limas de instrumentação para os quatro grupos.

Nos grupos TN/PTG e TN/PTN iniciou-se a preparação do CR com TN *Glider*, com o intuito de criar um *glidepath* e facilitar a irrigação e instrumentação, em todo o CT do dente (instrumentação mecanizada).

2.7.1. TruNatomy®/Protaper Gold®

Após a criação do *glidepath* do CR, recorreu-se à lima TN *Prime* até atingir o CT anteriormente calculado. De seguida, com movimentos de escovagem terminou-se a modelação do CR com a sequência de limas: F1, F2, F3 e F4. A cada conjunto de 5 dentes dispôs-se um conjunto novo de limas de instrumentação. Constitui-se assim o grupo 1 (TdE de 1-20).

2.7.2. TruNatomy®/Protaper Next®

Após o pré-alargamento do CR, recorreu-se à lima TN *Prime* até atingir o CT. De seguida, utilizou-se a sequência de limas do sistema PTN: X2, X3 e X4. Efetuando-se movimentos de pincelamento, sem pressão, avançando progressivamente até atingir o CT. Constituiu-se assim o grupo 2 (TdE de 21-40). A cada conjunto de 5 dentes empregou-se um novo conjunto de limas de instrumentação PTN.

2.7.3. ProTaper Gold®

Inicialmente foram utilizadas as limas de modelação do CR S1 e S2. De seguida, utilizou-se a sequência de limas do sistema PTG F1, F2, F3 e F4. Este grupo, constituiu o grupo 3 (TdE de 41-60).

2.7.4. ProTaper Next®

Utilizou-se a sequência de limas do sistema PTN: X1, X2, X3 e X4 até atingir o CT. A cada conjunto de 5 dentes utilizou-se um novo conjunto de limas PTN assim como nos grupos anteriores. Este grupo constituiu o grupo 4 (TdE 61-80).

2.8. Tratamento da amostra após instrumentação

Terminada a instrumentação do CR, os TdE foram retirados do suporte e as tampas contendo os dentes também foram retiradas dos tubos. Os detritos aderidos à superfície da raiz foram coletados lavando a raiz com NaOCl enquanto ainda estavam no tubo. De modo a equalizar a quantidade de irrigante nos tubos, todos eles foram preenchidos com 1,5ml de NaOCl 3%.

Foram utilizados 3 novos TdE denominados H1, H2 e H3 preenchidos também com 1,5ml de NaOCl. Estes tubos serviram como tubos de controlo de NaOCl.

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

Após todos os tubos terem a mesma quantidade de NaOCl, foram colocados num suporte com as tampas abertas numa estufa incubadora durante 5 dias consecutivos a uma temperatura de 70°C. Terminado este período todos os tubos foram pesados 3 vezes consecutivas de modo a obter o peso médio final.

2.9. Pesagem dos detritos

Os tubos que foram utilizados para recolha de detritos durante a instrumentação do CR foram pesados posteriormente ao período de incubação três vezes consecutivas utilizando uma balança analítica de precisão. Deste modo, obteve-se uma média do peso final dos tubos. Todo o procedimento foi realizado por um único operador que teve sempre em atenção os movimentos realizados perto da balança, pois qualquer movimento leve poderia interferir com as pesagens.

Após as pesagens de todos os tubos, para obtenção da quantidade total de detritos extruídos, ao peso médio final de cada tubo foi subtraído o peso médio dos 3 tubos de controlo de NaOCl (peso detritos = peso médio final do tubo - peso médio final tubos de controlo).

2.10. Dados estatísticos

Terminado o protocolo prático, os dados foram recolhidos numa tabela de Excel para posterior análise estatística. A análise estatística foi efetuada utilizando o programa IBM SPSS Statistic versão 26 considerando que existia significância estatística quando $p < 0,05$.

Inicialmente foi avaliada a existência de normalidade e homogeneidade dos dados, tal não se verificou no grupo 2. Assim, procedeu-se à realização do teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para se poder comparar os 4 grupos em estudo.

Para se efetuar comparações entre pares de técnicas foram feitos testes de Mann-Whitney com correção de bonferroni.

III. RESULTADOS

O teste de Kruskal-Wallis mostrou haver diferenças significativas relativamente à extrusão apical de detritos entre as várias técnicas ($p=0,000$).

De seguida foram comparadas as técnicas duas a duas e os testes Mann-whitney com correção de bonferroni mostraram existir diferenças significativas entre algumas técnicas.

O grupo instrumentado com a técnica híbrida TN/PTG extruiu significativamente mais detritos quando comparada com a técnica híbrida TN/PTN ($p=0,003$).

A técnica de instrumentação TN/PTG extruiu significativamente menos detritos que a técnica de instrumentação PTG ($p=0,006$) e a mediana de detritos produzidos pela técnica híbrida TN/PTN também é significativamente menor quando comparada com a técnica PTN ($p=0,023$).

Detritos	Técnica de Instrumentação			
	G1 TruNatomy/ ProTaper Gold	G2 TruNatomy/ ProTaper Next	G3 ProTaper Gold	G4 ProTaper Next
n	20	20	20	20
Média ± DP	0,041± 0,015	0,019±0,018	0,067±0,022	0,038±0,012
Me (P25-P75)	0,045 (0,033-0,050)	0,012 (0,007-0,025)	0,064 (0,051-0,081)	0,038 (0,032-0,046)
p*	<0,001 p (G1 vs. G2) = 0,003; p (G1 vs. G3) = 0,006; p (G2 vs. G4) = 0,023; p (G3 vs. G4) = 0,0005			

*Teste de Kruskal-Wallis. Valores de p para comparação de grupos 2 a 2 através do teste de Mann-Whitney com correção de Bonferroni.

Tabela 1- Estatísticas de caracterização do peso de detritos extruído (em gramas) com diferentes técnicas de instrumentação e resultado da comparação das mesmas por teste de inferência

IV. DISCUSSÃO

Em 1968 Chapman *et al.* verificaram pela primeira vez extrusão de material pelo ápice durante a instrumentação (Tanalp and Güngör, 2014). Atualmente existem no mercado múltiplos instrumentos de várias ligas de NiTi, no entanto, é consensual entre diversos autores que todas as técnicas de instrumentação estão associadas a algum grau de extrusão apical de detritos (Silva *et al.*, 2014; Western and Dicksit, 2017).

Estão descritos diversos fatores que podem influenciar a quantidade de material extruído pelo FA, entre os quais, características relativas ao sistema de instrumentação utilizado, substâncias irrigadoras bem como as várias técnicas de aplicação das mesmas (características da agulha, movimento e pressão efetuados aquando da irrigação) (P. B. Silva *et al.*, 2016), instrumentação até ao CT (Mendonça de Moura *et al.*, 2019) características relacionadas com o próprio dente (curvatura do CR e variações anatómicas) (Amaral *et al.*, 2019; Karataslioglu *et al.*, 2019).

Sendo um fator com influência na extrusão de detritos, as características anatómicas relativas ao próprio dente, neste estudo optou-se por utilizar diferentes dentes monocanales distribuídos aleatoriamente pelos quatro grupos ao contrário do que é descrito por alguns autores em que são utilizados apenas um tipo de dente com padronização dos comprimentos dos dentes (Xavier *et al.*, 2015; Uslu *et al.*, 2018).

No entanto, neste estudo, bem como na maioria dos descritos na literatura foram utilizados dentes monocanales com canais relativamente retos. Tem sido descrito que uma alta variabilidade anatómica, bem como diferenças na curvatura do CR influenciam a efetividade de vários sistemas de instrumentação NiTi (Bojink *et al.*, 2018), sendo que o uso de dentes com diferentes angulações das raízes poderia resultar num maior número de detritos extruídos e representar uma maior aproximação ao desafio real enfrentado pelos clínicos (Cabreira *et al.*, 2019).

Foi mencionada uma relação entre o aumento do diâmetro apical ISO e o aumento da extrusão apical (Capar *et al.*, 2014; Nevares *et al.*, 2015), assim sendo, todos os forâmenes foram calibrados com uma lima K020 seguindo-se da aplicação de duas camadas de verniz para selar possíveis canais secundários que pudessem existir e interferir com a quantidade de material extruído. Sendo que para alguns autores esta metodologia é considerada subjetiva (Tanalp and Güngör, 2014).

É referido por alguns autores que variações nos valores da micro dureza da dentina podem ter interferência nos resultados dos estudos *in vitro*, sendo que, nos dentes com menor dureza, os detritos são mais facilmente extruídos para os tecidos periapicais (Tanalp and Güngör, 2014; Topçuoğlu, Demirbuga and Topçuoğlu, 2020). Neste estudo, foram utilizados dentes monocanales extraídos sendo que este fator não foi tido em consideração apesar de os dentes terem sido colocados numa solução de cloramina 0,5 % por um período de 7 dias e acondicionados numa solução de água destilada durante 24 horas antes do início dos procedimentos clínicos.

Para a recolha dos detritos foi utilizado um dispositivo semelhante ao descrito em 1991 por Myers & Montgomery sendo que, neste estudo foi ligeiramente modificado de forma a ser mais simples e acessível a sua utilização. Foi utilizado um suporte de TdE envolto em papel de alumínio de modo a que o operador não visualizasse o material que pudesse ser extruído. Além deste método permitir que o operador não visualize os TdE durante a instrumentação, elimina também a possibilidade de contaminação uma vez que o operador não toca nos tubos durante o processo de instrumentação. Há que ter em conta que a quantidade de detritos extruídos é extremamente pequena e que o contacto dos dedos do operador poderia interferir significativamente com a quantidade dos mesmos (Silva *et al.*, 2014).

No entanto, é importante referir que este método tem como limitação o facto de não replicar a resistência periodontal que existe numa situação clínica real. Alguns autores referem ser possível simular esta resistência utilizando espuma floral e gel agar, contudo, referem também efeitos adversos relacionados com esta tentativa como a absorção do irrigante e dos detritos (Doğanay Yıldız and Arslan, 2019). Deste modo, neste estudo nenhuma tentativa foi feita para simular a barreira física fornecida pelos tecidos periapicais, deixando os dentes suspensos nos TdE.

Para evitar que detritos extravasassem coronalmente, após os dentes terem sido inseridos nas tampas dos tubos, foram aplicadas duas camadas de verniz à volta da JAC. De modo a equalizar a pressão do ar interna e externa, uma agulha foi colocada lateralmente ao dente nas tampas dos TdE (Koçak *et al.*, 2016), sendo assim eliminado o efeito de vácuo que poderia interferir com a extrusão de material apicalmente.

Em relação ao irrigante utilizado, optou-se por se utilizar NaOCl uma vez que é o irrigante mais comumente utilizado no TE, sendo contraditório com muitos autores que optam pela utilização de água destilada devido à cristalização que o hipoclorito sofre durante a evaporação na

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

incubadora, contribuindo para um aumento significativo no peso dos detritos pela adesão dos cristais de sódio aos detritos formados (Üstün *et al.*, 2015; Topçuoğlu, Demirbuga and Topçuoğlu, 2020).

Contudo, o NaOCl dispõe de uma capacidade única de dissolução de tecidos e apresenta fortes efeitos microbianos (Shetty *et al.*, 2017). Pelo que, o uso de água destilada como é referido em alguns estudos semelhantes, como substância irrigadora, também poderá resultar numa menor quantidade de detritos devido à ausência desta característica.

Como o uso de NaOCl como irrigante pode resultar em pesos aumentados pela formação de cristais, de modo a evitar estes pesos aumentados, realizou-se 3 tubos de controlo preenchidos com a mesma quantidade de 1,5ml de NaOCl (designados H1, H2 e H3). Estes 3 tubos foram colocados juntamente com os tubos utilizados para a instrumentação numa estufa incubadora a uma temperatura constante de 70°C por um período de 5 dias (Topçuoğlu, Zan, *et al.*, 2016).

A irrigação foi efetuada com movimentos de vaivém com o cuidado de não se exercer pressão excessiva e foi colocado um stop de borracha na agulha de modo a que esta ficasse a 2mm do CT.

Terminado o processo de instrumentação, as tampas contendo os dentes foram separadas dos TdE, sendo os detritos que se encontravam aderidos à superfície da raiz coletados lavando a raiz com NaOCl, preenchendo depois todos os tubos com a quantidade padrão de 1,5ml.

Pretendia-se com este estudo *in vitro* evidenciar se existiam diferenças na extrusão de detritos pelo FA utilizando diferentes técnicas de *glidepath*. Modelagem dos 2/3 coronários com limas S1, S2 e X1 dos sistemas de instrumentação PTG e PTN seguindo as recomendações dadas pelos fabricantes e a instrumentação usando estes mesmos sistemas, mas substituindo essas limas de modelagem do canal pelas limas TN *Glider* e TN *Prime* de modo a efetuar um *glidepath* mais conservador.

Uma vez que foram utilizados dentes monocanales (incisivos, caninos e pré-molares), e de modo a comparar com dados existentes, optou-se por usar limas até um calibre ISO maior, uma vez que na prática clínica real é necessário maior *Gaugging* apical dos dentes monocanales. Assim, a instrumentação final, foi finalizada com o mesmo calibre apical ISO 040 e conicidade 06 em todos os grupos com F4 e X4 dependendo do sistema de instrumentação.

Os dentes dos quatro grupos foram instrumentados com movimentos de escovagem, sendo os instrumentos limpos com uma gaze esterilizada de cada vez que eram retirados do CR. A

instrumentação do CR foi concluída quando todas as limas rotatórias atingiram o CT anteriormente calculado. Todo o procedimento foi realizado por um único operador de modo a evitar a variabilidade interoperador (Topçuoğlu, Üstün, *et al.*, 2016). A cada conjunto de 5 dentes utilizou-se um novo conjunto de limas.

O resultado deste estudo mostra que as 4 técnicas de instrumentação estão associadas a extrusão apical de detritos. Este achado vai de encontro a estudos semelhantes que afirmam que até ao momento todas as técnicas de instrumentação estão associadas a algum grau de extrusão apical de detritos.

No entanto, houve diferenças significativas entre algumas técnicas. Quando comparados os grupos TN/PTG e PTG com os grupos TN/PTN e PTN respetivamente, em ambos os casos os sistemas PTG extruíram quantidades significativamente maiores de detritos quando comparados com os sistemas PTN.

Tais resultados estão em concordância com o artigo de Costa R. 2017, em que também o sistema PTG extruiu significativamente maior quantidade de detritos quando comparado com o sistema PTN. Isto poderá explicar-se pela maior conicidade apical dos instrumentos F do sistema PTG em relação aos instrumentos X do sistema PTN.

Segundo um estudo de Koçak *et al.*, 2015, que incluiu o sistema de instrumentação PTN e PTU concluiu que o sistema PTU apresentava uma média significativamente superior de detritos relativamente ao sistema PTN. O autor afirma que tais diferenças podem estar relacionadas com o design da porção apical das limas PTN bem como pela sua secção transversal descentralizada que fornece pontos de contacto não uniformes e reduzidos entre o instrumento e o CR. Uma vez que o sistema PTG apresenta exatamente a mesma geometria que as limas do sistema de instrumentação PTU, também estas mesmas razões poderão ter contribuído para uma maior extrusão no sistema PTG neste estudo.

Num outro estudo de Capar *et al.* 2014 que também inclui o sistema de instrumentação PTU e PTN, também são encontradas diferenças significativamente menores no sistema PTN. O desempenho superior do sistema PTN neste estudo é justificado pelo tipo de movimento que estes instrumentos efetuam bem como o facto de possuir um menor número de limas. Estes achados, apesar de não incluírem o sistema PTG, pode ajudar a justificar neste estudo as diferenças observadas, uma vez que, enquanto que o sistema PTN consiste numa sequência de 5 limas, o sistema PTG inclui 8 limas de instrumentação, e está descrito que o número de instrumentos utilizado na preparação mecânica do CR pode influenciar a extrusão.

Até à presente data, nenhum artigo menciona o novo sistema de instrumentação TN relativamente à extrusão apical de detritos o que dificulta a comparação deste estudo com outros semelhantes. No entanto, as diferenças significativamente menores das técnicas híbridas TN/PTG e TN/PTN relativamente às técnicas PTG e PTN respetivamente poderão estar relacionadas com o facto dos instrumentos TN apresentarem um diâmetro máximo de 0,8mm o que promove uma maior preservação da dentina quando comparado com as limas S1, S2 e X1 que cortam de forma mais agressiva a dentina pericervical.

É importante referir que neste estudo todos os grupos foram sujeitos às mesmas condições, nomeadamente manuseamento da amostra, aparato utilizado para instrumentação, solução irrigadora, tempo permanecido na estufa e iguais condições de pesagem pelo que a única variação entre grupos foi apenas a técnica de instrumentação utilizada.

Também a execução de *glidepath* antes da preparação do CR pode reduzir a quantidade de detritos extruídos bem como a dor pós-operatória. Embora a quantidade de detritos seja muito baixa na execução do *glidepath*, os detritos que são inicialmente extruídos podem conter maior toxicidade em comparação com os instrumentos de modelagem utilizados posteriormente (Ha, Kyo and Won, 2016).

Assim, atenção especial deve ser dada no momento de escolha dos instrumentos a utilizar para a sua execução, sendo que, a dor pós operatória que resulta da extrusão apical de detritos, depende não só dos instrumentos utilizados mas também da virulência dos microrganismos que são extruídos para os tecidos periapicais (Plotino *et al.*, 2020).

Os resultados obtidos neste estudo não podem ser extrapolados diretamente para a prática clínica, devido a todos os fatores que, apesar de esforços serem feitos, não são possíveis simular quando falamos de uma situação clínica real.

No entanto, perante os resultados, e como alguns autores referem, a aplicação de técnicas híbridas, por vezes mostra ser vantajosa e permite alcançar melhores resultados.

V. CONCLUSÃO

Após a pesquisa bibliográfica observou-se que o tema abordado neste trabalho é um tema que tem sido bastante estudado dada a vasta informação recente encontrada. Há alguns estudos que incluem o sistema PTN e PTG relativamente à extrusão apical de detritos, no entanto nenhum inclui o Sistema TN, devido também ao facto de ser um sistema de instrumentação recente.

Alguns estudos abordam o conceito de técnica híbrida, referindo que poderá ser vantajosa a sua aplicação, uma vez que permite tirar partido das diferentes vantagens que os diferentes sistemas de instrumentação possuem.

Após análise estatística dos dados obtidos, é possível concluir que:

- Houve extrusão apical de detritos em todas as técnicas de instrumentação avaliadas neste estudo;
- A quantidade de detritos produzida pela técnica híbrida de instrumentação TN/PTG foi significativamente maior do que os produzidos pela técnica híbrida TN/PTN;
- A quantidade de detritos produzida pela técnica híbrida de instrumentação TN/PTG foi significativamente menor do que os produzidos pela técnica de instrumentação PTG;
- Os detritos produzidos pela técnica híbrida de instrumentação TN/PTN foram significativamente menores do que os produzidos pela técnica de instrumentação PTN;
- A técnica PTG extruiu significativamente mais detritos do que os restantes grupos;
- A quantidade de detritos produzidos pela técnica híbrida TN/PTN foi significativamente menor que os restantes grupos;
- A extrusão apical é influenciada pela técnica de instrumentação utilizada.

VI. BIBLIOGRAFIA

Amaral, A. P. *et al.* (2019). Debris Apically Extruded by Two Reciprocating Systems: A Comparative Quantitative Study. *European Journal of Dentistry*, 13(4), pp. 625–628.

Boijink, D. *et al.* (2018). Apically Extruded Debris in Curved Root Canals Using the WaveOne Gold Reciprocating and Twisted File Adaptive Systems. *Journal of Endodontics*, 44(8), pp. 1289–1292.

Cabreira, L. J. *et al.* (2019). Quantitative analysis of apically extruded bacteria following preparation of curved canals with three systems. *Australian Endodontic Journal*, 45(1), pp. 79–85.

Capar, I. D. *et al.* (2014). An in vitro comparison of apically extruded debris and instrumentation times with protaper universal, protaper next, twisted file adaptive, and hyflex instruments. *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 40(10), pp. 1638–1641.

Caviedes-Bucheli, J. *et al.* (2016). The influence of two reciprocating single-file and two rotary-file systems on the apical extrusion of debris and its biological relationship with symptomatic apical periodontitis. A systematic review and meta-analysis. *International Endodontic Journal*, 49(3), pp. 255–270.

Costa, E. L. *et al.* (2018). Effect of large instrument use on shaping ability and debris extrusion of rotary and reciprocating systems. *Journal of investigative and clinical dentistry*, 9(1).

Costa, M.R.F. (2017). *Análise comparativa "in vitro" de extrusão apical de detritos por diferentes ligas de instrumentação endodôntica*. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa.

Doğanay Yıldız, E. and Arslan, H. (2019). The effect of blue thermal treatment on endodontic instruments and apical debris extrusion during retreatment procedures. *International Endodontic Journal*, 52(11), pp. 1629–1634.

Elnaghy, A. M., Elsaka, S. E. and Elshazli, A. H. (2020). Dynamic cyclic and torsional fatigue resistance of TruNatomy compared with different nickel–titanium rotary instruments. *Australian Endodontic Journal*. BMC Oral Health, pp. 1–8.

Gallottini, L. (2017). Shaping of the root canal system: A multistep technique. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 18(9), pp. 851–855.

Gonçalves, A. N. *et al.* (2015). Apical transportation of manual NiTi instruments and a hybrid technique in severely

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos curved simulated canals. *Journal of Conservative Dentistry*, 18(6), pp. 436–439.

Gunes, B. and Yesildal Yeter, K. (2018). Effects of Different Glide Path Files on Apical Debris Extrusion in Curved Root Canals. *Journal of Endodontics*, pp. 1191–1194.

Ha, J., Kyo, S. and Won, S. (2016). ScienceDirect Debris extrusion by glide-path establishing endodontic instruments with different geometries. *Journal of Dental Sciences*. Elsevier Taiwan LLC, 11(2), pp. 136–140.

Karataslioglu, E. *et al.* (2019). Influence of canal curvature on the amount of apically extruded debris determined by using three-dimensional determination method. *Australian Endodontic Journal*, 45(2), pp. 216–224.

Keskin, C. *et al.* (2019). Postoperative pain after glide path preparation using manual, reciprocating and continuous rotary instruments: a randomized clinical trial. *International Endodontic Journal*, 52(5), pp. 579–587.

Kherlakian, D. *et al.* (2016). Comparison of the Incidence of Postoperative Pain after Using 2 Reciprocating Systems and a Continuous Rotary System: A Prospective Randomized Clinical Trial. *Journal of Endodontics*. Elsevier Ltd, 42(2), pp. 171–176.

Koçak, M. M. *et al.* (2015). Apical extrusion of debris using protaper universal and protaper next rotary systems. *International Endodontic Journal*, 48(3), pp. 283–286.

Koçak, M. M. *et al.* (2016). Comparison of ProTaper Next and HyFlex instruments on apical debris extrusion in curved canals. *International Endodontic Journal*, 49(10), pp. 996–1000.

Lu, A. and Fariniuk, L. F. (2015). Apical Extrusion of Debris in Flat-oval Root Canals after Using Different Instrumentation Systems. *Journal of Endodontics*, 41(2), pp. 237–241.

Martins, C. M. *et al.* (2019). Reciprocating kinematics leads to lower incidences of postoperative pain than rotary kinematics after endodontic treatment: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trial. *Journal of Conservative Dentistry*, 22(4), pp. 320–331.

Mendonça de Moura, J. D. *et al.* (2019). Extrusion of Debris from Curved Root Canals Instrumented up to Different Working Lengths Using Different Reciprocating Systems. *Journal of Endodontics*, 45(7), pp. 930–934.

Nevares, G. *et al.* (2015). Apical Extrusion of Debris Produced during Continuous Rotating and Reciprocating Motion. *Scientific World Journal*, 2015(Cm).

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

Pawar, A. M. *et al.* (2017). Effect of glide path preparation on apical extrusion of debris in root canals instrumented with three single-file systems: An ex vivo comparative study. *Journal of Conservative Dentistry*, 20(2), pp. 110–114.

Pawar, A. M. *et al.* (2019). Apical debris extrusion by novel endostar e5 compared to other commercial rotary files: An in vitro study. *Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada*, 19(1), pp. 1–6.

Pedrinha, V. F. *et al.* (2018). Influence of File Motion on Shaping, Apical Debris Extrusion and Dentinal Defects: A Critical Review. *The Open Dentistry Journal*, 12(1), pp. 189–201.

Peters, O. A., Arias, A. and Choi, A. (2020). Mechanical Properties of a Novel Nickel-titanium Root Canal Instrument: Stationary and Dynamic Tests. *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc, pp. 1–8.

Plotino, G. *et al.* (2020). Influence of Negotiation, Glide Path, and Preflaring Procedures on Root Canal Shaping—Terminology, Basic Concepts, and a Systematic Review. *Journal of Endodontics*. Elsevier Inc, 46(6), pp. 707–729.

Riyahi, A. M. *et al.* (2020). Cyclic Fatigue Comparison of TruAnatomy, Twisted File, and ProTaper Next Rotary Systems. *International Journal of Dentistry*, 2020, pp. 5–8.

Sen, O. G. *et al.* (2018). Evaluation of apically extruded debris using continuous rotation, reciprocation, or adaptive motion. *Brazilian Dental Journal*, 29(3), pp. 245–248.

Shetty, V. P. *et al.* (2017). Comparative evaluation of the amount of debris extruded apically using conventional syringe, passive ultrasonic irrigation and EndoIrrigator Plus system: An in vitro study. *Journal of conservative dentistry : JCD*, 20(6), pp. 411–414.

Shim, K. S. *et al.* (2017). Mechanical and Metallurgical Properties of Various Nickel-Titanium Rotary Instruments. *BioMed Research International*. Hindawi, 2017.

Silva, E. J. N. L. *et al.* (2014). Reciprocating versus rotary systems for root filling removal: Assessment of the apically extruded material. *Journal of Endodontics*, 40(12), pp. 2077–2080.

Silva, E. J. N. L. *et al.* (2016). Comparison of apically extruded debris after large apical preparations by full-sequence rotary and single-file reciprocating systems. *International Endodontic Journal*, 49(7), pp. 700–705.

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

Silva, P. B. *et al.* (2016). Apical extrusion of debris and irrigants using different irrigation needles. *Brazilian Dental Journal*, 27(2), pp. 192–195.

Sipavičiūtė, E. and Manelienė, R. (2014). Pain and flare-up after endodontic treatment procedures. *Stomatologija / issued by public institution “Odontologijos studija” ... [et al.]*, 16(1), pp. 25–30.

Tanalp, J. and Güngör, T. (2014). Apical extrusion of debris: A literature review of an inherent occurrence during root canal treatment. *International Endodontic Journal*, 47(3), pp. 211–221.

Titty, T. M. *et al.* (2019). Evaluation of apical extrusion of debris, irrigant solution and bacteria after canal instrumentation using iRace, waveone and Protaper NEXT: An *in vitro* study. *World Journal of Dentistry*, 10(2), pp. 103–108.

Topçuoğlu, H. S., Zan, R., *et al.* (2016). Apically extruded debris during root canal preparation using Vortex Blue, K3XF, ProTaper Next and Reciproc instruments. *International Endodontic Journal*, 49(12), pp. 1183–1187.

Topçuoğlu, H. S., Üstün, Y., *et al.* (2016). Effect of coronal flaring on apical extrusion of debris during root canal instrumentation using single-file systems. *International Endodontic Journal*, 49(9), pp. 884–889.

Topçuoğlu, H. S., Demirbuga, S. and Topçuoğlu, G. (2020). Evaluation of apically extruded debris during the removal of canal filling material using three different Ni-Ti systems and hand files in teeth with simulated apical root resorption. *International Endodontic Journal*, 53(3), pp. 403–409.

Uslu, G. *et al.* (2018). Apically Extruded Debris during Root Canal Instrumentation with Reciproc Blue, HyFlex EDM, and XP-endo Shaper Nickel-titanium Files. *Journal of Endodontics*, 44(5), pp. 856–859.

Üstün, Y. *et al.* (2015). Evaluation of apically extruded debris associated with several Ni-Ti systems. *International Endodontic Journal*, 48(7), pp. 701–704.

Vyavahare, N. K., Raghavendra, S. S. and Desai, N. N. (2016). Comparative evaluation of apically extruded debris with V-Taper, ProTaper Next, and the Self-adjusting File systems. *Journal of Conservative Dentistry*, 19(3), pp. 235–238.

Western, J. and Dicksit, D. (2017). Apical extrusion of debris in four different endodontic instrumentation systems: A meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry*, 20(1), pp. 30–36.

Análise comparativa “*in vitro*” de extrusão apical de detritos originada por diferentes conicidades de instrumentos

Xavier, F. *et al.* (2015). Apical extrusion of debris from root canals using reciprocating files associated with two irrigation systems. *International Endodontic Journal*, 48(7), pp. 661–665.

Zhang, C., Liu, J. and Liu, L. (2018). The influence of ProTaper and WaveOne on apically extruded debris: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Conservative Dentistry*, 21(5), p. 474.

Zheng, L. *et al.* (2018). Comparison of glide paths created with K-files, PathFiles, and the ProGlider file, and their effects on subsequent WaveOne preparation in curved canals. *BMC Oral Health*. BMC Oral Health, 18(1), pp. 1–6.

Zupanc, J., Vahdat-Pajouh, N. and Schäfer, E. (2018). New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *International Endodontic Journal*, 51(10), pp. 1088–1103.

VII. ANEXOS

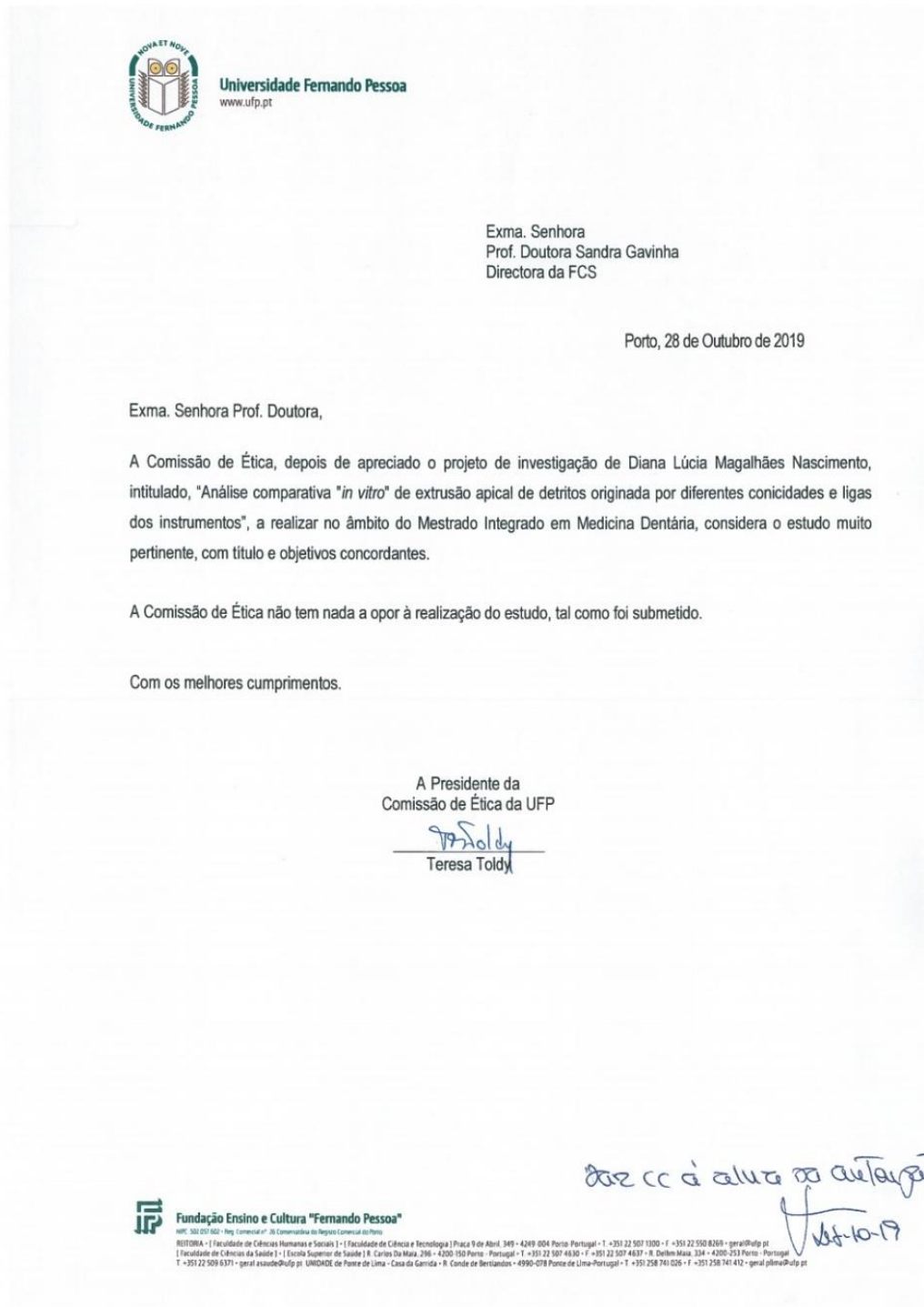


Figura 1- Parecer da Comissão de Ética



Figura 2- Dentes a serem radiografados



Figura 3- Limpeza dos dentes com destartarizador



Figura 4- Determinação de CT com lima manual K010 a ultrapassar o FA



Figura 5- Determinação de CT com lima manual K010 já não visível



Figura 6- Aplicação de duas camadas de verniz transparente na região do 1/3 apical com lima manual K020 a ultrapassar o FA



Figura 7- Aplicação de duas camadas de verniz no dente à volta da JAC



Figura 8- Aspetto final do dente inserido no Tubo Eppendorf



Figura 9- Aparato utilizado no estudo



Figura 10- Tubos Eppendorf previamente à sua colocação na estufa incubadora

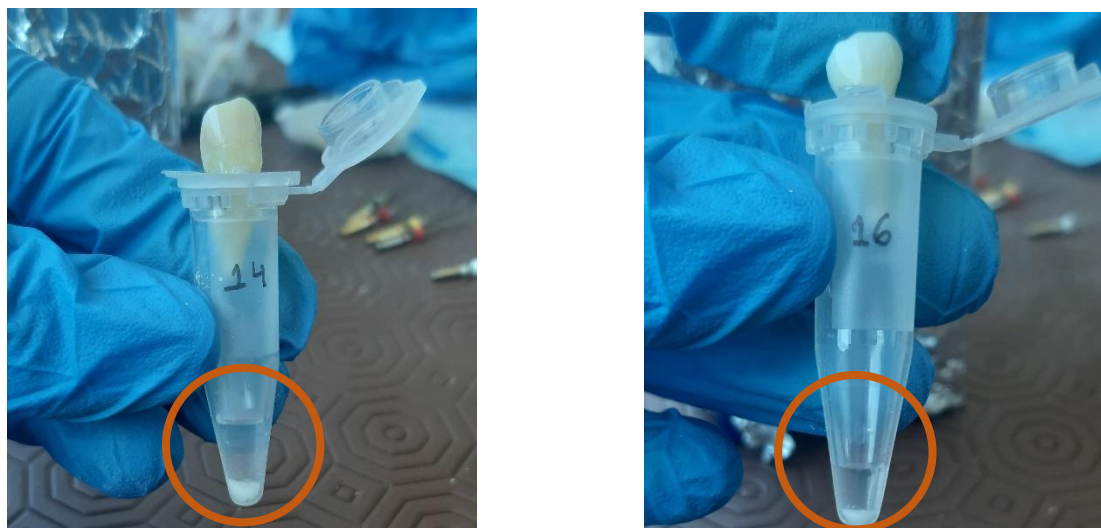


Figura 11- Detritos extruídos após instrumentação do CR*

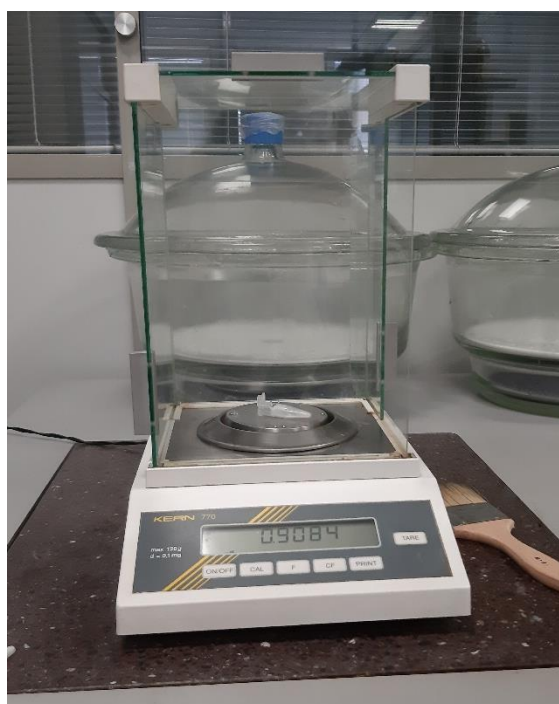


Figura 12- Pesagem final dos TdE

*a quantidade de detritos obtida após instrumentação do CR não foi uniforme em todos os tubos, sendo que, em alguns tubos não foi visível.



Figura 13- Tubos de controlo após evaporação do NaOCl

Grupo 1	CT	Grupo 2	CT	Grupo 3	CT	Grupo 4	CT
1	25,5mm	21	23mm	41	29mm	61	23mm
2	22mm	22	23mm	42	20mm	62	20mm
3	23mm	23	27mm	43	20mm	63	24mm
4	22,5mm	24	24mm	44	20mm	64	24mm
5	22mm	25	22mm	45	21mm	65	22mm
6	27mm	26	20mm	46	24mm	66	24mm
7	22mm	27	21mm	47	21mm	67	20mm
8	23mm	28	29mm	48	24mm	68	22mm
9	19mm	29	19mm	49	21,5mm	69	24mm
10	21mm	30	20mm	50	22mm	70	22mm
11	22mm	31	19mm	51	20mm	71	26mm
12	20mm	32	21mm	52	22mm	72	18mm
13	24,5mm	33	19,5mm	53	23,5mm	73	22mm
14	19mm	34	22mm	54	21mm	74	21,5mm
15	22mm	35	20mm	55	18mm	75	17mm
16	18,5mm	36	24mm	56	25,5mm	76	25mm
17	21,5mm	37	21mm	57	24mm	77	17mm
18	18,5mm	38	22mm	58	17mm	78	20mm
19	21mm	39	21mm	59	19mm	79	21mm
20	20mm	40	23mm	60	21mm	80	20mm

Tabela 2- CT de todos os dentes da amostra

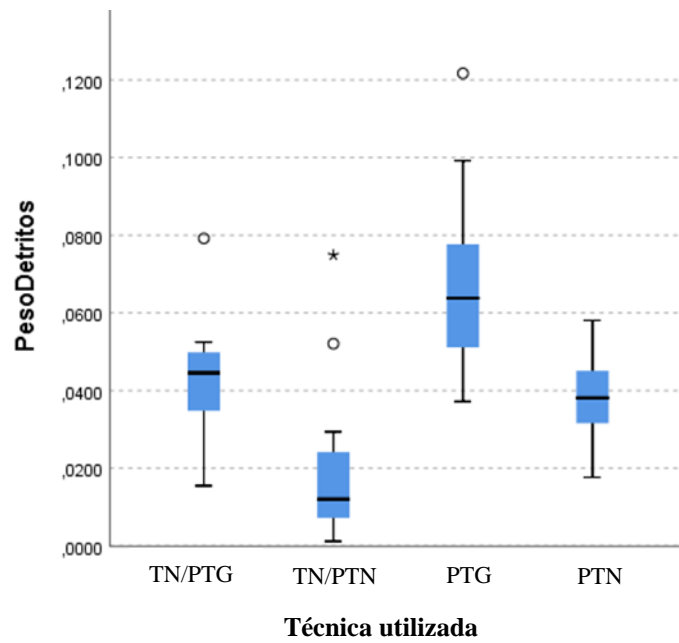


Figura 14- Diagrama de extremos e quartis representando primeiro quartil, medianas observadas no estudo e terceiro quartil