

Rui Miguel Pacheco de Oliveira

Resistência ao Desgaste Cíclico nas Limas TruNatomy™ da Dentsply -  
Revisão Narrativa

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade Ciências da Saúde

Porto 2022



Rui Miguel Pacheco de Oliveira

Resistência ao Desgaste Cíclico nas Limas TruNatomy™ da Dentsply -  
Revisão Narrativa

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade Ciências da Saúde

Porto 2022

Rui Miguel Pacheco de Oliveira

Resistência ao Desgaste Cíclico nas Limas TruNatomy™ da Dentsply -  
Revisão Narrativa

*Trabalho apresentado à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária. Atesto à Originalidade do trabalho.*

---

Rui Oliveira

Porto 2022

## RESUMO

**Introdução:** O desenvolvimento de novos materiais com melhores propriedades na procura de resultados mais promissores, com um menor risco e uma maior durabilidade dos instrumentos, tem sido uma das vertentes da evolução da endodontia. Como tal, o desenvolvimento de sistemas endodónticos como as TruNatomy™, com propriedades melhoradas devido à sua tecnologia de Níquel-Titânio termicamente tratada são essenciais para a endodontia minimamente invasiva. Assim sendo, procurar perceber qual a verdadeira capacidade destas limas quanto à sua resistência, e entender se são mais competitivas, comparativamente às outras limas no mercado, no que diz respeito à resistência ao desgaste cíclico, é fundamental de modo a minimizar riscos e evitar acidentes durante o procedimento.

**Objetivos:** A elaboração do presente estudo, visa a sistematização do conhecimento, através de uma revisão narrativa, onde se pretende analisar a capacidade das limas TruNatomy™ resistirem ao desgaste cíclico e a sua comparação com outros tipos de limas nas mesmas circunstâncias.

**Metodologia:** Foram realizadas pesquisas em artigos indexados à *PubMed*, *B-on*, *Google Scholar* e *Jornal of Endodontics*, estipulando critérios de inclusão temáticos e linguísticos.

**Conclusões:** A lima TruNatomy Small (20/04) tem mais resistência ao desgaste cíclico do que a TruNatomy Prime (26/04). A TruNatomy Prime (26/04), diminui para menos de metade o número de ciclos até à falha, quando é testada em condições de curvaturas muito acentuadas, como a testada com ângulo de 90°. A lima HyFlex (25/04) aparenta ter uma maior resistência ao desgaste cíclico, tanto em canais com uma, como com duas curvaturas, comparativamente com a homóloga da TruNatomy™. Será essencial efetuar mais ensaios *in vitro*, de modo a tirar mais elações.

**Palavras Chave:** “TruNatomy”, limas TruNatomy, “desgaste cíclico”, “resistência ao desgaste cíclico”, “limas Dentsply”, “endodontia”, “resistência à fratura”.

## ABSTRACT

**Background:** The development of new materials with better properties in the search for better results, less risk and greater durability of the instruments, has been one of the aspects of the evolution of endodontics. As such, the development of endodontic systems such as TruNatomy™, with improved properties due to their thermally treated Ni-Ti technology, are essential for minimally invasive endodontics. Understand the true capacity of these files in terms of their resistance, and understand if compared to other files on the market, they are competitive, in the chapter of resistance to cyclic fatigue, is essential in order to minimize risks and avoid accidents during the procedure.

**Objectives:** The elaboration of the present study aims at the systematization of the knowledge which, through a narrative review, it is intended to observe the ability of the TruNatomy™ files to resist the cyclic fatigue and their comparison with other types of files in the same circumstances.

**Methodology:** Searches were carried out on articles indexed to PubMed, B-on, Google Scholar and Journal of Endodontics, stipulating thematic and linguistic inclusion criteria.

**Conclusion:** The TruNatomy Small (20/04) file has more resistance to cyclic fatigue than the TruNatomy Prime (26/04). TRN Prime, decreases to less than half of NCF when it is tested in very steep curvature conditions, such as tested with a 90° angle. The HyFlex file (25/04) appears to have greater resistance to cyclic fatigue, both in single and double-curved canals, compared to the TruNatomy™ homolog. It will be essential to carry out more in vitro assays in order to draw more relationships.

**Keyword:** “TruNatomy”, limas TruNatomy, “desgaste cíclico”, “resistência ao desgaste cíclico”, “limas Dentsply”, “endodontia”, “resistência à fratura”.

## DEDICATÓRIA

Eu dedico esta tese fundamentalmente aos meus pais, pelo apoio incondicional, à minha irmã, ao meu sobrinho e à minha namorada, Joana.

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos meus pais, sem eles nada disto seria possível.

Um agradecimento especial à minha namorada e colega, Joana, pela paciência e força nos momentos mais difíceis.

Agradeço também aos meus colegas, pelo apoio João e Inês.

Como não podia deixar de ser, um agradecimento também à minha professora e orientadora Dr<sup>a</sup> Alexandra Martins.

## INDICE GERAL

<b>I.INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.MATERIAIS E MÉTODOS .....	2
<b>II.DESENVOLVIMENTO .....</b>	<b>3</b>
1. FUNDAMENTOS DA ENDODONTIA .....	3
1.1. Objetivos da Instrumentação.....	3
1.2. Instrumentação Manual.....	3
1.3. Instrumentação Mecanizada.....	4
1.4. Instrumentos de Níquel-Titânio tratados termicamente.....	5
1.5. Instrumentação Minimamente Invasiva .....	5
2.FRATURA DOS INSTRUMENTOS .....	6
2.1. Desgaste Cíclico.....	6
2.2. Fadiga Torsional.....	7
3.TRUNATOMY™.....	7
3.1. Acesso Endodôntico.....	8
3.2. Instrumentação .....	8
3.3. Irrigação e Obturação .....	9
4.ESTUDOS IN VITRO.....	9
4.1. Modelos de Canais Artificiais.....	10
<b>III. DISCUSSÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>IV. CONCLUSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>17</b>

**VI. ANEXOS..... 20**

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Adaptada de Bürklein et al., 2021.....	21
Figura 2 Adaptada de Elnaghy, Elsaka, & Mandorah, 2020.....	21
Figura 3 Adaptada de Bürklein et al., 2021.....	21

## INDICE DE TABELAS

Tabela 1. Número de curvaturas em cada estudo.....	10
Tabela 2. Ângulo das curvaturas dos canais em cada estudo.....	11
Tabela 3. Sistemas de limas usados nos estudos.....	11
Tabela 4. NCF das limas TRN Small e Prime e canais com uma e duas curvaturas .....	12
Tabela 5. Comportamento TRN (26.04) em canais com uma curvatura.....	13
Tabela 6. Comportamento TRN (26.04) em canais com duas curvaturas.....	13
Tabela 7. Comparação entre as diferentes marcas comerciais (NCF) nos 7 estudos selecionados .....	15
Tabela 8 . Motores usados em cada um dos artigos .....	20
Tabela 9 . Material usado para realizar os modelos de canais artificiais .....	20
Tabela 10 . Temperatura de cada estudo .....	20

## INDICE DE ABREVIATURAS

CEC - Cavidade Endodôntica Conservadora

C° - Graus Celsius

NiTi - Níquel-Titânio

NCF - Números de Ciclos até à Fratura

% - Percentagem

SCR - sistema de canais radiculares

™ - Trade Mark (marca registada)

TENC - Tratamento Endodontico Não Cirúrgico

TRN - TruNatomy

## I. INTRODUÇÃO

A endodontia é a ciência que estuda a forma, função, saúde e doenças da polpa dentária e da região periradicular, atuando quer na sua prevenção quer no seu tratamento (American Association of Endodontists, 2016).

O objetivo do tratamento endodôntico é a eliminação do tecido pulpar inflamado ou necrosado de modo a criar um ambiente que permita a cicatrização dos tecidos periapicais, restabelecendo a integridade funcional e estética dentária (Fleming *et al.*, 2010).

Os estudos de Schilder (1967 e 1974) permitiram estabelecer alguns pressupostos endodônticos, que devem ser sempre cumpridos para o sucesso dos tratamentos, tendo a partir daí havido uma evolução das técnicas e instrumentos, tornando os tratamentos mais seguros, precisos e eficientes. Esta evolução tem permitido o aparecimento da endodontia minimamente invasiva, que visa promover a preservação do máximo de estrutura dentária durante o tratamento endodôntico (cit in Dimri *et al.*, 2021).

A endodontia minimamente invasiva não pode ser dissociada dos instrumentos em Níquel-Titânio e estes tem sido desenvolvidos de modo a melhorar as suas propriedades mecânicas e performance clínica. O tratamento térmico, é considerado a abordagem mais eficiente para conferir às limas maior flexibilidade e resistência à fadiga cíclica (Elnaghy *et al.*, 2020).

No entanto as fraturas de instrumentos durante os tratamentos continuam a existir, mas considera-se baixo o risco, sendo que é um evento adverso tanto para o paciente como para o Médico Dentista. A prevalência de instrumentos fraturados, depende da metodologia utilizada nos estudos, mas varia entre 0.3% e 7 % (Bürklein *et al.*, 2021).

Existem vários fatores que podem levar à fratura de um instrumento em NiTi, como a anatomia do dente *per si*, a morfologia do canal associada aos ângulos e raios das suas curvaturas (Gambarini *et al.*, 2019).

Existem também outros fatores reportados pela literatura, tais como a *alloy*, os processos de produção, o design do corte seccional, *taper* e *core mass* (Ferreira *et al.*, 2017), e outros como o número de utilizações, e de ciclos de esterilização, o tipo de irrigantes, tipo de movimentos

utilizados, bem como a velocidade rotacional que podem desencadear na fratura das limas (Jose *et al.*, 2021), (Yared, 2008) .

Contudo os instrumentos estão sujeitos a stress durante a preparação do canal, sendo que a fratura pode ocorrer por desgaste cíclico, e fadiga torsional, ou a combinação de ambas (Setzer e Böhme, 2013).

Todavia é consensual que o desgaste cíclico é a causa principal de fraturas dos instrumentos endodônticos em Ni-Ti, como relatados no estudo de coorte de Shen em 2009 (Shen *et al.*, 2009)..

Com o aparecimento de novas limas no mercado há sempre necessidade de entender como estes instrumentos se comportam durante a sua utilização clínica. É o caso das limas minimamente invasivas, de NiTi da Dentsply, TruNatomy™.

Sendo então o objetivo deste trabalho entender os limites de utilização das Limas TruNatomy™ em comparação com outros sistemas similares.

## **1. Materiais e Métodos**

Esta revisão bibliográfica foi efetuada de janeiro de 2022 a julho de 2022. Não foi utilizada nenhuma limitação temporal na pesquisa de literatura. Foi efetuada a pesquisa bibliográfica nas bases de dados eletrônicas como *Pubmed, B-on, Google scholar, Journal of Endodontics*.

Foram usadas as seguintes palavras-chave: “TruNatomy”, “limas TruNatomy”, “desgaste cíclico”, “resistência ao desgaste cíclico”, “limas Dentsply”, “Endodontia”, “Resistência à fratura”, estas foram articuladas com o articulador “AND”.

Foram incluídos artigos em língua Portuguesa e Inglesa, e excluídos artigos em outros idiomas, bem como artigos sem interesse em relação à temática abordada.

Após os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados 39 artigos. Entre os quais, 7 foram previamente selecionados por serem estudos *in vitro* sobre o desgaste cíclico das limas TruNatomy™ da Dentsply.

Foram usados também os seguintes livros na bibliografia, *Caminhos da polpa*, Cohen, S., & Hargreaves, K. (2007) 10ª Edição, Elsevier Editora Ltda., bem como, *Endodontic*

*Retreatment*, Pertot, W.-J., & Simon, S. (2009) 1st Edition, Quintessence Publishing, e *Endodontic Principles and Practice*, Torabinejad, M., & Walton, R. (2009) 4th Edition, Saunders Elsevier.

Foi usado o glossário da American Association of Endodontists (2016) *Glossary of Endodontic Terms*. 9th Edition. Aae.

Foi usado o Catálogo da Dentsply, *True, Natural, Anatomy*, Crepaldi, L. (responsável técnico Dentsply) (2019), In *Catálogo TruNatomy*.

## **II. DESENVOLVIMENTO**

### **1. Fundamentos da endodontia**

#### 1.1. Objetivos da Instrumentação

A instrumentação na endodontia tem como objetivo eliminar o tecido pulpar inflamado ou necrosado, permitindo a desinfecção, configuração e obturação tridimensional do sistema de canais radiculares (Schilder, 1967). Estes princípios levam à criação de um ambiente que permita a cicatrização dos tecidos periapicais, evitando o desenvolvimento de periodontite periapical. Para tal devem ser respeitados princípios simples como a eliminação do tecido pulpar e dos agentes patogênicos, respeitar o trajeto dos canais, posição e diâmetro apical, assim como obter uma conicidade regular da câmara pulpar até ao forâmen de modo a favorecer a limpeza. Estes princípios descritos permitem que se realize uma obturação tridimensional controlada, durável e impermeável (cit in Schilder e Hargreaves, 2006).

#### 1.2. Instrumentação Manual

A instrumentação manual é a técnica mais antiga em endodontia, é demorada e como tal tem vindo a ser substituída por técnicas mecanizadas. No entanto continua a ser muito relevante na exploração dos canais e permeabilização radicular. A evolução dos materiais dos instrumentos de aço de carbono, aço inoxidável e liga de NiTi tem vindo a melhorar significativamente o sucesso da instrumentação essencialmente devido à maior flexibilidade. Nas limas manuais existem essencialmente as limas K e as limas H (Cohen e Hargreaves,

2007). A flexão dessas limas pode levar à propagação de fissuras e fadiga, devido à concentração de tensão nesses pontos (Cohen e Hargreaves, 2007).

### 1.3. Instrumentação Mecanizada

A instrumentação mecanizada, é feita por limas acopladas a aparelhos motorizados que permitem a rotação das mesmas (Pertot e Simon, 2009). Para a preparação dos canais temos instrumentos com movimento de rotação contínua, oscilatória e recíprocante (*Hülsmann et al.*, 2005). O aparecimento das ligas NiTi possibilitou um material com melhores propriedades para as limas mecanizadas, permitindo uma maior conicidade e flexibilidade (Pertot e Simon, 2009). A maior conicidade dos instrumentos leva à utilização de menos limas, e permite uma melhor desinfecção dos canais assim como uma melhor irrigação (Torabinejad e Walton, 2009). O uso de instrumentos mecanizados permite uma preparação mais rápida e reprodutível (Gluskin, *et al.*, 2001), assim como uma menor extrusão pelo ápice dos detritos resultantes da instrumentação, diminuindo as complicações pós-operatórias (Reddy e Hicks, 1998).

Os instrumentos de rotação contínua, descrevem-se, com a rotação contínua de 360°, no sentido descendente do canal (Torabinejad e Walton, 2009).

A rotação lenta e contínua com limas NiTi permite um melhor respeito da anatomia do trajeto dos canais (Kavanagh e Lumley, 1998).

Contudo existem limitações do uso deste tipo de limas mecanizadas em rotação contínua, como o uso em curvaturas apicais e/ou múltiplas podendo ocorrer fraturas por torção (Pertot e Simon, 2009). Os movimentos recíprocos são descritos pela alternância de três quartos de volta no sentido horário (sentido de corte) seguindo-se de um movimento de um quarto de volta no sentido anti-horário (Yared, 2008).

Este tipo de movimento para além de reduzir a necessidade de outras limas, também permite diminuir a probabilidade da lima ficar presa no canal (Yared, 2008). Isto por consequência leva a um aumento da resistência ao desgaste cíclico, tornando menos significativa a incidência de fraturas (Varela-Patiño *et al.*, 2010), assim como a uma diminuição do risco de fraturas por torção (Yared, 2008).

Existem algumas desvantagens como a possibilidade da ocorrência de fadiga cíclica (Plotino *et al.*, 2012). A técnica recíproca induz mais *micro-cracks* na dentina, comparativamente com a técnica de rotação contínua (Bürklein *et al.*, 2013).

#### 1.4. Instrumentos de Níquel-Titânio tratados termicamente

Os instrumentos de liga NiTi tratados termicamente proporcionam uma maior flexibilidade com melhor resistência à fadiga (Gündoğar *et al.*, 2020). Este tipo de tratamento térmico permite reduzir o risco de fratura e aumenta a janela de segurança, assim como a flexibilidade conferida, permitindo acesso a áreas mais difíceis (van der Vyver *et al.*, 2019). Estes instrumentos permitem, quando necessário realizar uma pré-curvatura na lima possibilitando uma inversão e adaptação ao canal (Crepaldi, 2019). Isto é possível devido à capacidade de “memória” que este material possui, conseguindo retornar a sua forma inicial após um período de deformação (Thompson, 2000). O desenvolvimento destas limas foi essencial para a confecção de limas de instrumentação mecanizada, associada a motores em rotação contínua, oscilatória e recíproca (Hülsmann *et al.*, 2005).

Existem vários estudos que comprovam que o desgaste cíclico das limas é a principal causa de fratura das limas mecanizadas em endodontia (Kramkowski e Bahcall, 2009). O desenvolvimento, com o intuito de melhorar a resistência à fadiga cíclica das limas NiTi, fez com que a Tulsa Dental Specialties™, desenvolvesse a tecnologia M-Wire NiTi, recorrendo a um processo termodinâmico e nova tecnologia de fabrico com três fases cristalinas. Em comparação com as ligas NiTi convencionais houve um melhoramento significativo da resistência ao desgaste cíclico (Ye e Gao, 2012, Arias *et al.*, 2018). As Limas TruNatomy™ são submetidas a tratamento em altas temperaturas que permite conferir à lima uma maior flexibilidade e uma maior resistência à fadiga cíclica (Gündoğar *et al.*, 2020).

#### 1.5. Instrumentação Minimamente Invasiva

O conceito de instrumentação minimamente invasiva em tratamentos endodônticos visa preservar a maior quantidade possível de estrutura dentária, aumentando assim a resistência dos dentes tratados endodônticamente, comparativamente com as cavidades de acesso tradicionais. Este tipo de instrumentação efetua-se com uma cavidade de acesso conservadora

assim como uma preparação pouco invasiva dos canais radiculares, com o uso de limas de conicidades reduzidas (Gündoğar *et al.*, 2020). A instrumentação minimamente invasiva defende que existe um aumento da capacidade de resistência do dente à fratura sob cargas funcionais, devido à menor remoção da estrutura coronal do dente, da câmara pulpar e ao redor das entradas dos canais. Foi demonstrado que a realização de cavidades de acesso mais conservadoras, que preservem mais teto da câmara e dentina pericervical permite melhorar o prognóstico dos dentes tratados endodonticamente (Krishan *et al.*, 2014). Contudo há estudos que defendem não existir evidência de que os acessos endodônticos minimamente invasivos promovam maior resistência ao elemento dentário, pois a fratura é multifatorial, dependendo de outros fatores e não exclusivamente por relação direta ao tipo de instrumentação efetuada. Além disso existe literatura que defende que os acessos endodônticos minimamente invasivos podem interferir nos procedimentos subsequentes, como a localização dos canais radiculares, limpeza instrumentação e obturação (Lopes *et al.*, 2021).

## **2. Fratura dos instrumentos**

### **2.1. Desgaste Cíclico**

O desgaste cíclico é consequência da acumulação de tensão na massa de uma liga, durante o uso recorrente numa curvatura de um canal por um período prolongado (Pertot e Simon, 2009).

Este desgaste cíclico acontece ao nível microscópico, sendo que o instrumento não tem de ser levado ao seu limite elástico, isto é, não tem de acontecer uma deformação previa permanente para que o instrumento frature (Pruett *et al.*, 1997).

A resistência ao desgaste cíclico é a capacidade que o instrumento tem para realizar o número de ciclos (rotações) sob *stress*. Existem diversos fatores que influenciam a resistência ao desgaste cíclico das limas como o raio da curvatura do canal e acentuação da sua curvatura (Lopes *et al.*, 2007). Em canais com este tipo de morfologia é aconselhado o uso de instrumentos rotativos de menor conicidade, uma vez que a diminuição do diâmetro assim como a conicidade permitem uma maior resistência ao desgaste cíclico. A velocidade de rotação do instrumento medida em rotações por minuto (RPM) também influencia a

resistência à fratura sendo que quanto mais alto o número de rotações mais prematuramente ocorrerá a fratura (Lopes *et al.*, 2007).

Outros fatores como a corrosão devido aos irrigantes também podem contribuir para o desgaste cíclico, das limas (Peters *et al.*, 2007). Irrigantes como o EDTA e NaOCl tem influência no desgaste cíclico em limas NiTi (Jose *et al.*, 2021).

Outro fator relatado são os ciclos de alta temperatura da esterilização, que sendo fatores extrínsecos aos procedimentos devem ser tidos em conta (McGuigan *et al.*, 2013).

O desgaste cíclico por si só é também um fator que provoca a diminuição da resistência à fadiga torsional (Ullmann e Peters, 2005).

## 2.2. Fadiga Torsional

A fadiga torsional é diferente do desgaste cíclico, embora o desgaste cíclico seja um fator que contribui para a fadiga torsional. A fadiga torsional é quando a ponta do instrumento fica travada nas paredes da dentina do canal e a restante parte do instrumento continua em rotação, o que induz uma deformação plástica que pode também levar a fratura do instrumento. O melhoramento das propriedades mecânicas dos instrumentos NiTi, permite que exista uma maior resistência à fadiga torsional, devido a sua maior flexibilidade e capacidade de deformação angular (Calefi *et al.*, 2020).

## 3. TruNatomy™

As limas Trunatomy da *Dentsply*, são limas mecanizadas desenvolvidas por Dr. George Bruder e Dr. Ove Peters em complemento com as equipas de pesquisa e desenvolvimento da Dentsply Sirona. O principal intuito da criação destas limas, em comparação com a ProTaper™ e WaveOne™, é promover um maior respeito pela anatomia do canal, tendo sido desenvolvidas com o intuito de realizar tratamentos minimamente invasivos (Crepaldi, 2019).

Como tal as limas oferecem uma instrumentação suave durante o preparo, mais espaço para a limpeza e remoção de resíduos (em comparação com o sistema ProTaper Next™), respeito pela anatomia natural do canal e preservação da estrutura natural do dente (Elnaghy *et al.*,

2020), (Crepaldi, 2019). A TruNatomy™ apresenta um conjunto de produtos para as várias etapas do processo endodôntico. Limas Pré-alargamento e Instrumentação; Pontas de Papel absorventes; Guta Percha Conform Fit; Agulha de Irrigação (Crepaldi, 2019). São instrumentos com conicidade variável, e uma forma da secção transversal da lima quadrangular descentrada, com exceção da TruNatomy *Glider*, que se encontra centrada (van der Vyver *et al.*, 2019), (Figura 1 Adaptada de Bürklein *et al.*, 2021).

Os três instrumentos da fase de instrumentação têm um formato mais fino do que a maioria das limas mecanizadas de NiTi, com um diâmetro máximo de *flute* de 0,8mm, em vez da 1,2 mm usados na grande maioria das limas (Uslu *et al.*, 2020). As limas TruNatomy™ também operam a uma velocidade superior 500 rpm, em contraponto com 300 rpm usados pela ProTaper Next por exemplo. Estas limas usam menos torque (1.5 Ncm), pois só tem duas arestas de corte, em comparação com 4 da ProTaper Gold, portanto requer menos pressão aplicada, garantindo mais precisão com maior facilidade de uso (Gündoğar *et al.*, 2020).

### 3.1. Acesso Endodôntico

A cavidade de acesso endodôntica com a abordagem para as limas TruNatomy™ deve ser feita de modo a fornecer acesso aos orifícios do SCR com a perda mínima de dentina possível, de modo a permitir uma restauração com melhor sucesso. Deste modo a Cavidade Endodôntica Conservadora (CEC) é a recomendada com o sistema TruNatomy™ (Crepaldi, 2019).

### 3.2. Instrumentação

Na preparação do canal para a instrumentação, o sistema TruNatomy™ oferece uma lima específica para o pré-alargamento a TruNatomy Orifice Modifier, de calibre 20, conicidade 8% (anel roxo), esta lima adapta-se ao formato do orifício para criar um bom acesso, para os instrumentos seguintes (*Glider* e *Shaping*). A eficácia da instrumentação do canal radicular é significativamente melhorada quando uma via de acesso é criada (Elnaghy e Elsaka, 2014). A lima seguinte do sistema, segunda lima, é a TruNatomy *Glider* de calibre 17, conicidade: 4% (anel branco) que permite criar um “*glide path*”, reproduzível (van der Vyver *et al.*, 2019).

Posteriormente temos as limas “*Shaping*”, existem 3 tamanhos, e cada um com diversos comprimentos, para permitir tratar diversos canais. A TruNatomy *Small* calibre 20, conicidade 4% (anel amarelo), adaptado para canais de pequenas dimensões. A TruNatomy *Prime* calibre 26, conicidade 4% (anel vermelho), aconselhado para a maioria dos tratamentos. A TruNatomy *Medium* calibre 36, conicidade 3%, e é ideal para canais de maiores dimensões (van der Vyver *et al.*, 2019).

### 3.3. Irrigação e Obturação

O sistema TruNatomy™ possui uma agulha própria de irrigação, que produz resultados mais adequados uma vez que preparos minimamente invasivos significam preparos mais estreitos, como tal a agulha de irrigação TruNatomy™ com o seu design e material, polipropileno macio, permite uma maior flexibilidade durante a progressão apical em canais curvos menores que 12mm adaptando-se assim à anatomia do canal radicular. Esse material da agulha também é atraumática para os tecidos duros.

A irrigação é também aconselhada pela marca em complemento com o EndoActivator que permite uma agitação das soluções de irrigação, neste caso com o sistema TruNatomy é aconselhado o uso de ponta pequena (15.02) (Crepaldi, 2019).

Para Obturação o sistema TruNatomy™ inclui Pontas de Papel Absorventes e Pontas de Guta Percha Conform Fit. Seguindo a métrica das limas elas são também compostas por Small, Prime e Medium de modo a serem compatíveis com as formas criadas pelos instrumentos TruNatomy™ (Crepaldi, 2019).

## 4. Estudos In Vitro

De modo a poder medir o desgaste cíclico que as limas sofrem durante a sua utilização em meio controlado, para permitir estudos comparativos, foi adotado o meio in vitro. Os estudos usaram modelos de canais artificiais de diferentes materiais, e diferentes motores operadores das limas mecanizadas a serem testadas, como pode ser observado (Tabela 8 Motores usados em cada um dos artigos)

#### 4.1. Modelos de Canais Artificiais

Estes estudos selecionados foram efetuados em canais artificiais por razões éticas (Uppala, 2020), uma vez que se efetuou um teste à resistência dos instrumentos. Foi efetuada a exclusão de dentes naturais previamente extraídos, como meio de estudo, uma vez que era necessário obter um meio equivalente para todas as limas, e não introduzir um viés, e aleatoriedade ao estudo (Bürklein *et al.*, 2021), (Figura 2. Adaptada de Elnaghy *et al.*, 2020.)

##### 4.1.1. Materiais

Os modelos de canais artificiais onde foram testadas as limas foram essencialmente de aço inoxidável, embora num estudo tenha sido usado o cobalto cerâmica, como material para a construção dos blocos (Bürklein *et al.*, 2021), (Tabela 9. Material usado para realizar os modelos de canais artificiais), (Figura 3 Bürklein *et al.*, 2021).

##### 4.1.2. Curvaturas

Referente às curvaturas dos canais utilizados podemos observar na tabela 1 que uns estudos usaram modelos de apenas uma curvatura enquanto outros usaram de duas curvaturas. Um dos artigos dividiu o seu estudo em dois grupos, um deles com uma e outro com duas curvaturas.

Tabela 1. Número de curvaturas em cada estudo

Artigo	1 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	2 - Bürklein <i>et al.</i> , 2021	3 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	4 - Uslu <i>et al.</i> , 2020	5 - Riyahi <i>et al.</i> , 2020	6 - Uppala <i>et al.</i> , 2020	7 - Gundogar <i>et al.</i> , 2020
Curvaturas do canal	-Uma curvatura  -Duas curvaturas	Uma curvatura	Uma curvatura	Duas curvaturas	Uma curvatura	Uma curvatura	Uma curvatura

Também houve uma variação nos ângulos usados para mimetizar as curvaturas. Sendo que a mais usada foi de 60°, com um raio de 5mm, nos canais de apenas uma curvatura e nos canais de duas curvaturas o mais usado foi 60° na primeira curvatura (coronal) com raio de 5mm e 70 graus na segunda curvatura (apical) com raio de 2mm, como se observa na tabela 2.

Tabela 2. Ângulo das curvaturas dos canais em cada estudo

Artigo	1 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	2 - Burklein <i>et al.</i> , 2021	3 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	4 - Uslu <i>et al.</i> , 2020	5 - Riyahi <i>et al.</i> , 2020	6 - Uppala <i>et al.</i> , 2020	7 - Gundogar <i>et al.</i> , 2020
Ângulo das curvaturas	-Uma curvatura: 60° (5mm raio)  -Duas curvaturas: 60° (5mm raio); 70° (2mm raio)	60° (5mm raio)	90°	60° (5mm raio);  70° (2mm raio)	60° (5mm raio)	60° (5mm raio)	60° (5mm raio)

#### 4.1.3. Temperatura

Quanto à temperatura usada nos referidos estudos, em meio controlado, em grande parte foi usada a temperatura de 37°C, de modo a mimetizar a temperatura do corpo humano.

Todas as temperaturas têm uma variação de um grau positivo e negativo. Em dois dos artigos não há qualquer referência a temperatura usada, (Tabela 10. Temperatura de cada estudo)

#### 4.1.4. Limas

Nos vários estudos foram usadas diversas limas, mas em todos os estudos as TruNatomy™ são comparadas com diferentes limas. A lima à qual a TruNatomy™ foi mais comparada foi a HyFlex™, seguida da VDW.Rotate™. A Vortex Blue™, a 2 Shape™ e a Twisted Files™ foi comparada em apenas 2 estudos. Sendo que por fim as limas Race™, Flex Master™, Protaper Next™, R-Pilot™, Protaper Gold™, F360™, JIZAI™ e Mtwo™ foram usadas comparativamente em apenas um estudo cada.

Tabela 3. Sistemas de limas usados nos estudos

Artigo	1 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	2 - Burklein <i>et al.</i> , 2021	3 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	4 - Uslu <i>et al.</i> , 2020	5 - Riyahi <i>et al.</i> , 2020	6 - Uppala <i>et al.</i> , 2020	7 - Gundogar <i>et al.</i> , 2020
Limas	-TruNatomy -HyFlex -Vortex Blue -Race	-TruNatomy -HyFlex -F360 -Twisted Files -JIZAI -Mtwo*	-TruNatomy -HyFlex -Vortex Blue -Flexmaster	-TruNatomy -HyFlex -VDW.Rotate -2 Shape	-TruNatomy -Twisted Files -Protaper Next	-TruNatomy -VDW.Rotate -R-Pilot	-TruNatomy -VDW.Rotate -2 Shape -HyFlex

### III. DISCUSSÃO

Os estudos observados com base nos critérios de inclusão que abordam a temática do desgaste cíclico, das limas TruNatomy™ não são muitos, não há ainda uma extensa literatura sobre o limite destas limas quanto ao desgaste.

Os estudos observados, como pode ser observado através das tabelas abordam o desgaste cíclico nas TruNatomy *Small* calibre 20, conicidade 4% (anel amarelo) e TruNatomy *Prime* calibre 26, conicidade 4% (anel vermelho). Apenas em um estudo é abordada a lima TruNatomy *Small* (20.04), em dois cenários, canais com uma curva e canais com duas curvaturas (Elnaghy *et al.*, 2020). Neste estudo foi observado o comportamento desse sistema com 30 limas em canais com uma curvatura apenas e 30 limas em canais com dupla curvatura. Foi também foi usada comparativamente a lima (26.04) da TRN em ambas as circunstâncias. Embora a amostra seja pequena, observando este estudo per si, verificamos que a lima TruNatomy *Small* (20.04) tem melhor resistência ao desgaste cíclico do que a TruNatomy *Prime* (26.04), tanto em canais com uma, como em canais com dupla curvatura, em valores médios. Estes valores são medidos em NCF (número de ciclos até à falha), como pode ser observado na tabela 4 (Elnaghy *et al.*, 2020).

Tabela 4. NCF das limas TRN Small e Prime e canais com uma e duas curvaturas

N=120 (30+30+30+30)	1 curvatura	2 curvaturas
TruNatomy <i>Small</i> (20.04),	1317	629
TruNatomy <i>Prime</i> (26.04)	1277	523

Todos os outros estudos usaram exclusivamente TruNatomy *Prime* (26.04), como seu instrumento para a realização dos estudos.

Na Tabela 5, podemos observar os valores referentes a canais com uma só curvatura, com os respectivos valores médios do número de ciclos até à fratura, da lima TruNatomy *Prime* (26.04) nos diversos estudos, bem como a amostra usada em cada um deles, podendo antes de mais notar uma variabilidade entre os valores observados, principalmente no estudo (Elnaghy *et al.*, 2020), que aparenta ser um *outlier*. Temos de ter em conta, nesse estudo que

o ângulo de curvatura é mais acentuado (90°) e que a temperatura é inferior em dois graus em relação aos restantes estudos (35°C). O mesmo autor tem outro estudo, (Elnaghy *et al.*, 2020), com uma amostra maior que parece estar mais em linha com os valores observados nos outros estudos.

No estudo, (Riyahi *et al.*, 2020), também foram registados valores de diferente ordem. Para a sua interpretação será necessário referir que a temperatura a que foi realizado o estudo não é conhecida, podendo esse ser um fator que explique a diferença de valores.

Tabela 5. Comportamento TRN (26.04) em canais com uma curvatura

Autor/estudo	N (nº de Limas)	NCF (Média)
(Elnaghy <i>et al.</i> , 2020)	30	1239
(Bürklein <i>et al.</i> , 2021)	20	1251
(Elnaghy <i>et al.</i> , 2020)	20	437
(Riyahi <i>et al.</i> , 2020)	15	847
(Uppala, 2020)	25	1211
(Gündoğar <i>et al.</i> , 2020)	20	1111

Em dois artigos foram comparados o comportamento das limas TruNatomy *Prime* (26.04) em canais com dupla curvatura, canais estes feitos com o mesmo material, e com os mesmos ângulos de curvatura e raio do canal (60° (5mm raio); 70° (2mm raio)), bem como a temperatura de aproximadamente 37°C. Verifica-se uma diferença de valores assinalável, mas com apenas 2 estudos não é possível verificar quais os valores mais corretos, como observamos na tabela 6.

Tabela 6. Comportamento TRN (26.04) em canais com duas curvaturas

Autor/estudo	N (nº de Limas)	NCF (Média)
(Elnaghy <i>et al.</i> , 2020)	30	532
(Uslu <i>et al.</i> , 2020)	20	330

Para uma análise comparativa, usando as TruNatomy Prime (26/04) e as suas correspondentes de outras marcas comerciais usadas nos sete estudos selecionados, (foi excluído o sistema de limas Mtwo™ pois as suas características não têm paralelismo nas restantes tanto de calibre como de conicidade) foi realizada a tabela 7 que sintetiza os resultados de NCF obtidos, apresentando a média correspondente a cada sistema de limas.

Os resultados estão distribuídos entre canais com uma curvatura e canais com duas curvaturas.

Podemos observar que as TruNatomy™ foram usadas em todos os estudos, sendo que o sistema HyFlex™ foi usado em seis dos 7 estudos. Sistemas como Vortex Blue™, VDW.Rotate™; 2Shape™; Twisted Files™ foram usados em mais do que um, mas não na generalidade. Os restantes sistemas de limas endodônticas foram usados exclusivamente em um estudo.

Podemos constatar que em todos os sistemas, em que foram usados tanto em canais com uma como em canais com duas curvaturas, as limas tiveram um desempenho mais duradouro, em canais com menos variação do que em canais com dupla curvatura, como expectável.

No estudo (Elnaghy *et al.*, 2020), foi experimentada num contexto mais específico, com uma curvatura de 90°, e aí a sua efetividade diminuiu muito quanto à média dos restantes estudos com curvaturas de 60°, como referido acima. Analisando e comparando com as limas existentes nesse estudo o sistema HyFlex™ teve uma ligeira descida com 1214 NCF, Vortex Blue™ manteve-se semelhante com 524 NCF, embora só possamos comparar com um outro estudo. Neste contexto a lima TruNatomy Prime teve um desempenho muito aquém do que é a sua média em todos os outros estudos, com 437 ciclos até à fratura. Isto é um indício de que em canais com ângulos muito acentuados a escolha da lima TRN Prime (26/04) não seja a ideal, contudo é pertinente e essencial mais estudos *in vitro* para comprovar esta premissa.

Podemos considerar com base nestes resultados que as limas TRN, essencialmente TruNatomy Prime, tem um bom comportamento quanto à sua resistência ao desgaste cíclico, muito embora possamos também constatar com base nestes resultados que parecem

existir limas com melhor comportamento neste parâmetro. Ainda assim, embora em alguns sistemas fosse interessante aumentar o número de estudos nas mesmas condições que as TruNatomy, podemos deduzir que é uma lima com comportamento acima da média quanto à sua tolerância ao desgaste até haver uma fratura.

Tabela 7. Comparação entre as diferentes marcas comerciais (NCF) nos 7 estudos selecionados

Sistemas de limas Endodônticas	Uma curvatura			Duas curvaturas	
	NCF		Total (média)	NCF	Total (média)
	60°	90°			
-TruNatomy™	1239; 1251; 847; 1211; 1111	437	1016	523; 330	427
-HyFlex™	1296; 2145; 1567	1214	1556	544; 472	508
-Vortex Blue™	530	524	527	290	290
-RaCe™	216	-	216	95	95
-F360™	1055	-	1055	-	-
-Twisted Files™	1489	-	1489	-	-
-JIZAI™	>5000 (estudo terminou aos 10 minutos)	-	5000	-	-
-FlexMaster™	-	151	151	-	-
-VDW.Rotate™	1856; 1841	-	1849	476	476
-2 Shape™	1156	-	1156	309	309
-Twisted Files™	1489; 522	-	1006	-	-
-Protaper Next™	259	-	259	-	-
-R-Pilot™	4981	-	4981	-	-

#### IV. CONCLUSÃO

O contínuo desenvolvimento da prática de endodontia e dos seus instrumentos requer inovação constante nos novos conceitos, e face à variabilidade de instrumentos presentes no mercado é fundamental entender os limites destes, bem como as situações mais adequadas.

A endodontia minimamente invasiva é um desafio para os fabricantes, na produção de instrumentos de conicidades reduzidas, sem que os comprometimentos das capacidades dos instrumentos sejam alteradas.

O sistema TruNatomy™ foi criado com o intuito de poder tratar todos os tipos de canais de forma mais conservadora, providenciando uma melhor resistência ao desgaste cíclico.

Sendo o desgaste cíclico um dos principais fatores da fratura de instrumentos de endodontia em NiTi, é fundamental realizar literatura que procure entender e comprovar os limites dos instrumentos de modo a minimizar incidentes durante um procedimento.

Em canais com uma curvatura muito acentuada a lima (26/04) da TRN, parece diminuir muito a sua capacidade, embora mais estudos sejam necessários para comprovar essa tendência.

A lima TruNatomy Small (20/04) tem mais resistência ao desgaste cíclico do que a Prime (26/04), portanto seria interessante perceber se em condições de curvaturas muito acentuadas, como a testada com ângulo de 90°, se a utilização da lima TRN Small não seria a mais adequada.

Comparativamente a outros sistemas de limas as TRN parecem ser limas, com boa capacidade de resistir ao desgaste cíclico, aparentando ter um tempo de vida útil, superior a muitos sistemas homólogos. No entanto também parecem existir no mercado alguns sistemas com melhores resultados nesse capítulo. Pela quantidade de estudos comparativos entre TruNatomy™ e o sistema HyFlex™, este último aparenta ter melhor comportamento no que concerne à resistência ao desgaste cíclico, tanto em canais com apenas uma curvatura como em canais com dupla curvatura.

Será essencial efetuar mais ensaios *in vitro*, de modo a tirar mais relações.

**V. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

American Association of Endodontists (2016). AMERICAN ASSOCIATION of ENDODONTISTS: Glossary of Endodontic Terms. Ninth Edition, *Aae*.

Arias, A. *et al.* (2018). Correlation between Temperature-dependent Fatigue Resistance and Differential Scanning Calorimetry Analysis for 2 Contemporary Rotary Instruments. *Journal of Endodontics*, 44(4): 630-634.

Bürklein, S. *et al.* (2021). Effect of core mass and alloy on cyclic fatigue resistance of different nickel-titanium endodontic instruments in matching artificial canals. *Materials* 14(19).

Bürklein, S., Tsotsis, P. and Schäfer, E. (2013). Incidence of dentinal defects after root canal preparation: Reciprocating versus rotary instrumentation. *Journal of Endodontics*, 39(4): 29-33.

Calefi, P.H.S. *et al.* (2020). Alcalde MP. Cyclic and torcional fatigue resistance of W File and X1 Blue file reciprocating instruments. *Dental Press Endodontics*, 10(2): 60–66.

Cohen, S. and Hargreaves, K. (2007). *Caminhos da polpa*. 10ª Edição. Edited by Kenneth M. Hargreaves, Stephen Cohen, and Louis Berman. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda.

Crepaldi, L. (responsável técnico dentsply) (2019). TruNatomy - True, Natural, Anatomy. *Catálogo TruNatomy*. São Paulo.

Dimri, Dr.A. *et al.* (2021). Minimally invasive endodontics: A Review. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 7(2): 33-35.

Elnaghy, A.M. and Elsaka, S.E. (2014). Evaluation of root canal transportation, centering ratio, and remaining dentin thickness associated with ProTaper next instruments with and without glide path. *Journal of Endodontics*, 40(12): 27-32.

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*, 46(2): 226-233.

Elnaghy, A.M., Elsaka, S.E. and Mandorah, A.O. (2020). 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*, 20(1).

Ferreira, F. *et al.* (2017). Movement kinematics and cyclic fatigue of NiTi rotary instruments: a systematic review. *International Endodontic Journal*, 143-152.

Fleming, C.H. *et al.* (2010). Comparison of Classic Endodontic Techniques versus Contemporary Techniques on Endodontic Treatment Success. *Journal of Endodontics*, 36(3): 414-418.

Gambarini, G. *et al.* (2019). Differences in cyclic fatigue lifespan between two different heat treated NiTi endodontic rotary instruments: WaveOne Gold vs EdgeOne Fire. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 11(7): 609-613.

Gluskin, A.H., Brown, D.C. and Buchanan, L.S. (2001). A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT™ files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *International Endodontic Journal*, 34(6): 476-484.

Gündoğar, M. *et al.* (2020). Comparison of the cyclic fatigue resistance of VDW.ROTATE, TruNatomy, 2Shape, and HyFlex CM nickel-titanium rotary files at body temperature. *Restorative Dentistry & Endodontics*, 45(3).

Hülsmann, M., Peters, O.A. and Dummer, P.M.H. (2005). Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. *Endodontic Topics*, 10(1): 30-76.

Jose, J., Khandelwal, A. and Siddique, R. (2021). Qualitative Assessment of the Surface Topographic Changes of XP-endo Shaper and TruNatomy files after exposure to Sodium Hypochlorite and Ethylenediaminetetraacetic Acid. *European Endodontic Journal*, 6(2): 197-204.

Kavanagh, D. and Lumley, P.J. (1998). An in vitro evaluation of canal preparation using Profile.04 and.06 taper instruments. *Endodontics and Dental Traumatology*, 14(1).

Kramkowski, T.R. and Bahcall, J. (2009). An In Vitro Comparison of Torsional Stress and Cyclic Fatigue Resistance of ProFile GT and ProFile GT Series X Rotary Nickel-Titanium Files. *Journal of Endodontics*, 35(3).

Krishan, R. *et al.* (2014). Impacts of conservative endodontic cavity on root canal instrumentation efficacy and resistance to fracture assessed in incisors, premolars, and molars. *Journal of Endodontics*, 40(8).

Lopes, H.P. *et al.* (2007). Cyclic Fatigue of Protaper Instruments, *Journal of Endodontics*, 33(1).

Lopes, L.S.B. *et al.* (2021). Endodontia minimamente invasiva: uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, 10(15),.

McGuigan, M.B., Louca, C. and Duncan, H.F. (2013). Endodontic instrument fracture: Causes and prevention, *British Dental Journal*, 214(7): 341-348.

Pertot, W.-J. and Simon, S. (2009). *Endodontic Retreatment*. 1st Edition. London: Quintessence Publishing.

Peters, O.A., Roehlike, J.O. and Baumann, M.A. (2007). Effect of Immersion in Sodium Hypochlorite on Torque and Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Instruments. *Journal of Endodontics*, 33(5). 589-593.

Plotino, G. *et al.* (2012). Cyclic fatigue of Reciproc and WaveOne reciprocating instruments. *International Endodontic Journal*, 45(7).

Pruett, J.P., Clement, D.J. and Carnes, D.L. (1997). Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *Journal of endodontics*, 23(2).

Reddy, S.A. and Hicks, M.L. (1998). Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *Journal of endodontics*, 24(3): 180-183.

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

Schilder, H. and Hargreaves, K.M. (2006). Filling root canals in three dimensions. *Journal of Endodontics*, 32(4): 281-290.

Setzer, F.C. and Böhme, C.P. (2013). Influence of combined cyclic fatigue and torsional stress on the fracture point of nickel-titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 39(1): 133-137.

Shen, Y., Haapasalo, M., *et al.* (2009). Defects in Nickel-Titanium Instruments after Clinical Use. Part 1: Relationship between Observed Imperfections and Factors Leading to Such Defects in a Cohort Study. *Journal of Endodontics*, 35(1): 129-132.

Shen, Y., Cheung, G.S. pan, *et al.* (2009). Defects in Nickel-Titanium Instruments after Clinical Use. Part 2: Fractographic Analysis of Fractured Surface in a Cohort Study. *Journal of Endodontics*, 35(1): 133-136.

Thompson, S.A. (2000). An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *International Endodontic Journal*. 297-310.

Torabinejad, M. and Walton, R. (2009). *Endodontic Principles and Practice*. 4th Edition. St. Louis, Missouri: Saunders Elsevier .

Ullmann, C.J. and Peters, O.A. (2005). Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper Nickel-Titanium rotary instruments. *Journal of Endodontics*, 31(3): 183-186.

Uppala, S. (2020). A comparative analysis of cyclic fatigue resistance of trunatomy, vdw.Rotate, r-pilot and hy-flex edm files system. *International Journal of Dentistry and Oral Science*, 14-17.

Uslu, G. *et al.* (2020). Cyclic fatigue resistance of reduced-taper nickel-titanium (NiTi) instruments in doubled-curved (S-shaped) canals at body temperature. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 14(2): 111-115.

Varela-Patiño, P. *et al.* (2010). Alternating versus Continuous Rotation: A Comparative Study of the Effect on Instrument Life. *Journal of Endodontics*, 36(1): 157-159.

van der Vyver, P., Vorster, M. and Peters, O. (2019). Minimally invasive endodontics using a new single-file rotary system. *Internacional Dentistry – African Edition*. 25(4): 509-512.

Yared, G. (2008). Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: Preliminary observations. *International Endodontic Journal*, 41(4): 339-344.

Ye, J. and Gao, Y. (2012). Metallurgical characterization of M-Wire nickel-titanium shape memory alloy used for endodontic rotary instruments during low-cycle fatigue. *Journal of Endodontics*, 38(1): 105-107.

## VI. ANEXOS

## Tabelas

Tabela 8 . Motores usados em cada um dos artigos

<b>Artigo</b>	1 – Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	2 – Burklein <i>et al.</i> , 2021	3 – Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	4 – Uslu <i>et al.</i> , 2020	5 – Riyahi <i>et al.</i> , 2020	6 – Uppala <i>et al.</i> , 2020	7 – Gundogar <i>et al.</i> , 2020
<b>Motor usado</b>	X-smart motor (Dentsply Sirona, York, PS, USA)	Endodontic motor (VDW silver, VDW Munich, Germany)	Endodontic motor (VDW silver, VDW Munich, Germany)	Reciproc Gold; VDW	X-smart motor (Dentsply Maillefer)	Reciproc All	X-Smart Plus, (Dentsply Sirona)

Tabela 9 . Material usado para realizar os modelos de canais artificiais

<b>Artigo</b>	1 – Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	2 – Burklein <i>et al.</i> , 2021	3 – Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	4 – Uslu <i>et al.</i> , 2020	5 – Riyahi <i>et al.</i> , 2020	6 – Uppala <i>et al.</i> , 2020	7 – Gundogar <i>et al.</i> , 2020
<b>Materiais dos modelos</b>	Aço inoxidável	Cobalto-cerâmica	Aço inoxidável	Aço inoxidável	Aço inoxidável	Aço inoxidável	Aço inoxidável

Tabela 10 . Temperatura de cada estudo

<b>Artigo</b>	1 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	2 - Burklein <i>et al.</i> , 2021	3 - Elnaghy <i>et al.</i> , 2020	4 - Uslu <i>et al.</i> , 2020	5 Riyahi <i>et al.</i> , 2020	6 - Uppala <i>et al.</i> , 2020	7 - Gundogar <i>et al.</i> , 2020
<b>Temperatura</b>	37+-1º C	37+-1º C	35+-1º C	37+-1º C	Não refere	37+-1º C	37+-1º C

**Figuras**

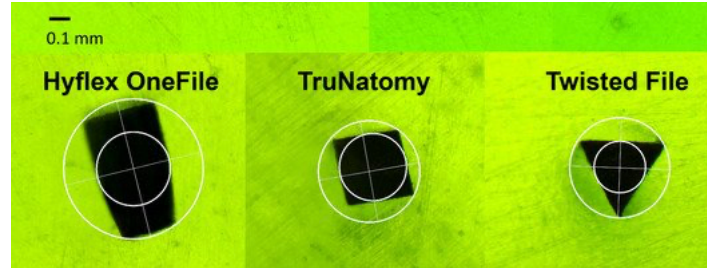


Figura 1 Adaptada de Bürklein *et al.*, 2021

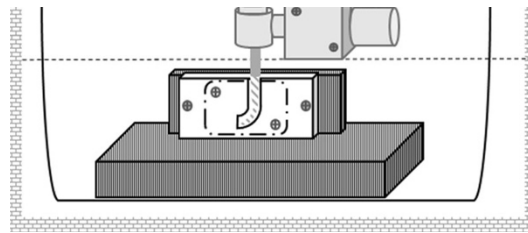


Figura 2 Adaptada de Elnaghy *et al.*, 2020



Figura 3 Adaptada de Bürklein *et al.*, 2021