



**Universidade de São Paulo**  
**Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto**



**CASSIANO RICARDO FERREIRA PIRES**

**Avaliação da precisão de trajetória e do desgaste causado pelos instrumentos  
utilizados no tratamento endodôntico guiado**

**Ribeirão Preto**  
**2020**



**CASSIANO RICARDO FERREIRA PIRES**

**Avaliação da precisão de trajetória e do desgaste causado pelos instrumentos  
utilizados no tratamento endodôntico guiado**

Dissertação de mestrado apresentada à  
Universidade de São Paulo, Faculdade de  
Odontologia de Ribeirão Preto, para obtenção do  
título de Mestre em Odontologia Restauradora, na  
Área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva

**VERSÃO ORIGINAL**

**Ribeirão Preto  
2020**

## AUTORIZAÇÃO PARA REPRODUÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação do teor total ou parcial deste trabalho por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor \_\_\_\_\_

Data \_\_\_/\_\_\_/2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca Central do *Campus* USP – Ribeirão Preto

Pires, Cassiano Ricardo Ferreira

Avaliação da precisão de trajetória e do desgaste causado pelos instrumentos utilizados no tratamento endodôntico guiado. Ribeirão Preto, 2020.

85p. : il. ; 30cm

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, para obtenção do título de Mestre em Odontologia Restauradora, na Área de Endodontia.

Orientador: Silva, Ricardo Gariba

1. Guia endodôntica. 2. Fresas. 3. Impressão 3D

## FOLHA DE APROVAÇÃO

PIRES, C.R.F. **Avaliação da precisão de trajetória e do desgaste causado pelos instrumentos utilizados no tratamento endodôntico guiado.**

Dissertação de mestrado apresentada à Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, para obtenção do título de Mestre em Odontologia Restauradora.

Área de Endodontia.

Aprovada em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### BANCA EXAMINADORA

1) Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da USP

Presidente da Banca/Orientador      Assinatura: \_\_\_\_\_

2) Prof.(a). Dr.(a).: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

3) Prof.(a). Dr.(a).: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

4) Prof.(a). Dr.(a).: \_\_\_\_\_

Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_



## **Dedicatória**

---





Aos meus pais **Luiz Carlos Ferreira Pires e Elisabete Pinheiro Ferreira Pires** pelo seu amor apoio e companheirismo incondicionais que permitiram realizasse todos meus sonhos, muitas vezes deixando suas vontades e desejo de lado para que eu pudesse tornar realidade minha formação profissional, pela educação dada para que eu pudesse me tornar ser humano de caráter e personalidade, obrigada por tanto carinho para que em cada etapa da vida um obstáculo fosse superado.

À minha irmã **Isabella de Cássia Ferreira Pires** pelo exemplo e também por todo carinho e amor dado todos esses anos.



# **Agradecimientos**

---



## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade de São Paulo, nas pessoas do atual Reitor **Prof. Dr. Vahan Agopyan**, e do Vice-Diretor **Prof. Dr. Antônio Carlos Hernandes**.

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo, da qual tenho um imenso orgulho e considero minha segunda casa, por todo conhecimento adquirido durante todos estes anos, onde obtive minha formação como Cirurgião-Dentista e também Mestre, na pessoa da Diretora **Prof. Dr. Paulo Nelson Filho** e do Vice-Diretor **Prof. Dr. Ricardo Gariba Silva**

Aos professores do **Departamento de Odontologia Restauradora** da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, na pessoa da chefe do Departamento **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**.

Ao Coordenador do Programa de Pós-Graduação na área de Odontologia Restauradora, **Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho**, pelo incansável trabalho para que o curso seja sempre reconhecido como de excelência, nunca medindo esforços no sentido de ajudar e incentivar a todos os pós-graduandos.

Aos Funcionários da Secretaria do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela constante disponibilidade, atenção, paciência e carinho com que tratam a todos.

À **Profa. Dra. Aline Evangelista de Souza Gabriel** pelo apoio em todas as etapas desse estudo, tanto na parte acadêmica quanto na finalização da dissertação.

Ao **Prof. Dr. Matheus Silveira Franco**, pela amizade e ajuda inestimável, sem a quais, não seria possível a realização do projeto. Muito obrigado por estar sempre de prontidão para nos auxiliar.

À **Profa. Dra. Natércia Carreira Soriani**, por compartilhar o conhecimento e nos ensinar com muita paciência e carinho, independente de dia ou hora.. muitíssimo obrigado

Aos amigos **Prof. Dr. Gustavo Dacol dos Santos Pinto, Dr. Vinícius Leite Rosa e Silva e Tito José Lacerda**, por estar junto desde o início do projeto e por contribuir imensamente com o desenvolvimento e conclusão do projeto

Aos colegas da Pós Graduação, por todo auxílio, pelas palavras de incentivo e pela amizade.

À **Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior do Ministério da Educação – MEC)**, pela bolsa de estudo fornecida, a qual me auxiliou em muito neste momento tão importante de minha vida. **"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001"**

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram com a realização deste trabalho.

“De tudo ficaram três coisas  
A certeza de que estamos começando  
A certeza de que é preciso continuar  
A certeza de que podemos ser interrompidos  
antes de terminar...”

**Fernando Sabino**





**Resumo**

---



## RESUMO

PIRES CRF. **Avaliação da precisão de trajetória e do desgaste causado pelos instrumentos utilizados no tratamento endodôntico guiado.** 2020. 85p. Dissertação (Mestrado em Endodontia) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

O objetivo do estudo foi avaliar por meio de tomografia computadorizada, a precisão da trajetória (mm) e o desgaste ( $\text{mm}^3$ ) de dois diferentes instrumentos utilizados durante o tratamento endodôntico guiado de canais atrésicos. Foram avaliadas duas fresas, uma com de 1,0 mm de diâmetro (F18, Fresa DSP) e outra com 0,8 mm (F16) (F16, Fresa Munce), de diferentes fabricantes. Foram selecionados 20 incisivos inferiores que apresentavam estreitamento do canal pulpar por meio de tomografia computadorizada. Inicialmente foi realizada uma tomografia dos dentes, após isso, as imagens foram reconstruídas e analisadas para obtenção dos parâmetros iniciais (pré-instrumentação). Os dentes foram fixados em mandíbula artificial e se utilizou um escâner intra oral para o desenho da guia cirúrgica, que definiu a trajetória da fresa. Após a instrumentação até o ponto estabelecido, nova tomografia foi realizada para comparar o resultado após a instrumentação do dente com os dados obtidos inicialmente. Os dados foram analisados por teste  $t$  paramétrico e regressão linear ( $\alpha=0,05$ ). Verificou-se que não houve diferença estatisticamente no desempenho das fresas na distância entre o valor experimental e o planejado, ou seja na precisão da trajetória ( $p=0,422$ ), porém houve diferença no desgaste ( $p=0,011$ ), sendo que a F16 (0,8 mm) apresentou desgaste maior de dentina que a F18 (1,0mm). Ainda, foi possível constatar um correlação linear positiva ( $R^2 = 0,859$ ) entre a precisão da trajetória e o desgaste. Pode-se concluir que o diâmetro da fresa não tem influência na precisão da trajetória, mas afeta o desgaste, sendo este maior com a fresa de 0,8mm.

**Palavras-Chave:** Guia endodôntica. Fresas. Impressão 3D



# **Abstract**

---



## ABSTRACT

PIRES CRF. **Evaluation of the trajectory precision and wear caused by instruments used in guided endodontic treatment.** 2020. 85p. Masters in Endodontics in Oral Rehabilitation – School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2020.

The objective of the study was to evaluate using computed tomography, the trajectory precision (mm) and the wear (mm<sup>3</sup>) of two different instruments used during the guided endodontic treatment of constricted canals. Two instruments were evaluated, one with 1.0 mm in diameter (F18, DSP drill) and another 0.8 mm (F16, Munce drill), from different manufacturers. Twenty lower incisors that presented narrowing of the pulp canal were selected using computed tomography. Initially a tomography of the teeth was performed, after that, the images were reconstructed and analyzed to obtain the initial parameters (pre-instrumentation). The teeth were fixed in an artificial jaw and an intraoral scanner was used to design the surgical guide, which defined the path of the drill. After instrumentation until the established point, a new tomography was performed to compare the result after instrumentation of the tooth with the data obtained initially. The data were analyzed by parametric t test and linear regression ( $\alpha = 0.05$ ). It was found that there was no statistical difference in the performance of the cutters in the distance between the experimental and the planned value, that is, in the precision of the trajectory ( $p = 0.422$ ), however there was a difference in wear ( $p = 0.011$ ), being that the F16 (0.8 mm) showed greater dentin wear than F18 (1.0 mm). Still, it was possible to verify a positive linear correlation ( $R^2 = 0.859$ ) between the precision of the trajectory and the wear. It can be concluded that the diameter of the drill has no influence on the accuracy of the path, but affects wear, which is greater with the 0.8mm drill.

**Key words:** Endodontic Guide. Burs. 3D printer.





# Sumário

---



## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>29</b>
<b>2. Proposição .....</b>	<b>35</b>
2.1 Objetivos Específicos.....	37
2.2 Hipóteses.....	37
<b>3. Material e Método.....</b>	<b>39</b>
3.1 Montagem dos modelos.....	44
3.2 Planejamento e confecção das guias.....	45
3.3 Metodologia de fresagem.....	50
3.4 Obtenção das medidas de desvio.....	50
3.5 Obtenção das medidas de desgaste.....	53
3.6 Análise dos dados.....	55
<b>4. Resultados .....</b>	<b>57</b>
4.1 Análise da precisão da trajetória e do desgaste.....	59
4.2 Relação entre precisão da trajetória e desgaste .....	60
<b>5. Discussão.....</b>	<b>63</b>
<b>6. Conclusões .....</b>	<b>69</b>
<b>Referências .....</b>	<b>73</b>
<b>Anexo .....</b>	<b>81</b>



# **1. Introdução**

---



## 1. INTRODUÇÃO

Os recentes avanços das tecnologias digitais têm proporcionado novas técnicas e ferramentas para auxiliar diversos procedimentos de tratamento na odontologia, tais como impressão de modelos tridimensionais, guias cirúrgicas e operações simuladas (SHAH et al., 2018, ZUBIZARRETA-MACHO et al., 2020). Essas novas técnicas representam avanço no tratamento de casos que eram considerados de difícil solução, e cuja precisão e velocidade não seriam atingidas sem o auxílio destas ferramentas (BENCHARIT et al., 2018). Esses avanços, especialmente nas tecnologias de escaneamento intraoral e programas de planejamento, associados ao surgimento de impressoras 3D com custo reduzido, permitiram a produção de guias e modelos que proporcionam ao cirurgião-dentista a possibilidade de trabalhar com maior precisão e velocidade (CONNERT et al., 2019).

O tratamento endodôntico é um procedimento de difícil execução uma vez que o cirurgião-dentista tem localizar, acessar e limpar um complexo sistema de canais radiculares, e, para isso, deve conhecer e estimar a localização de estruturas anatômicas. Nesse contexto, a endodontia também se vale de ferramentas avançadas, como tomografia computadorizada e simulação em realidade virtual, com o intuito de melhorar a precisão de seus procedimentos (SUEBNUKARN et al., 2012).

A prevenção e o tratamento da periodontite apical é o maior objetivo do tratamento de canal, que quando bem sucedido, resulta na resolução dos processos inflamatórios e a regeneração das estruturas ósseas e periodontais ao redor do ápice radicular (CHUGAL et al., 2017). O tratamento se inicia com a cirurgia de acesso para expor o sistema de canais radiculares. Essa etapa do tratamento, apesar de invasiva, é fundamental para o desfecho e sucesso do tratamento no que diz respeito à estabilidade do elemento dental e sua manutenção na arcada (CLARK & KHADEMI, 2010), e acessos retos, desde a coroa até o forame apical, tanto quanto possível, são recomendados para facilitar a desinfecção e a limpeza do canal (MANNAN et al., 2001; PATEL & RHODES, 2007; JOHNSON, 2009).

Entretanto, canais calcificados apresentam um desafio ao tratamento uma vez que a falta de luz no canal tira a referência da trajetória a ser seguida pelo operador. A calcificação é caracterizada pela deposição de tecido calcificado ao longo das paredes do canal (HOLCOMB et al., 1967). Como resultado, o espaço do canal radicular se torna completa ou parcialmente obliterado. Esta situação pode ocorrer em

decorrência de traumas dentários (OGINNI et al., 2009; MCCABE & DUMMER, 2012), após o tratamento ortodôntico (DELIVANIS & SAUER, 1982; ANDREASEN et al., 1987), em resposta às lesões pulpares (AGAMY et al., 2004), a cáries (SAYEGH & REED, 1968), a procedimentos restauradores (FLEIG et al., 2017), e em dentes de pacientes idosos (SAYEGH & REED, 1968; JOHNSTONE & PARASHOS, 2015; KIEFNER et al., 2017).

Nos casos de calcificação, em que se necessita realizar o tratamento endodôntico, este se torna mais complexo se comparado a dentes com uma câmara pulpar ampla (ROBERTSON et al., 1996). A maior dificuldade encontrada é a falta de referência no acesso ao canal radicular, uma vez que a luz do canal, uma vez obliterada, deixa de agir como guia de trajetória, de modo a dificultar o alinhamento da cirurgia de acesso ao conduto radicular (EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY, 2006; MCCABE & DUMMER, 2012), e a probabilidade de falha no tratamento aumenta em até 20% (KVINNSLAND et al., 1989 e CVEK et al., 1982).

Para contornar os problemas representados pela realização de tratamentos endodônticos em dentes com canais calcificados, passou-se a utilizar guias (LARA-MENDES et al., 2018), tendo como base as técnicas de cirurgia guiada estabelecidas na Implantodontia, que associam a tomografia computadorizada à impressão tridimensional de dispositivos que auxiliam o profissional durante a intervenção cirúrgica, adaptadas para o uso em procedimentos endodônticos (SCHUBERT et al., 2019).

No entanto, ainda que a guia seja utilizada para direcionar o percurso da fresa até a área a ser instrumentada (TALLARICO et al., 2019), existe a necessidade de que o instrumento possua rigidez suficiente para que não se desvie da trajetória planejada. As primeiras técnicas descritas valeram-se de instrumentos com diâmetro de 1.3 mm, fresas, que tinham como finalidade inicial fixar pinos de ancoragem de guias cirúrgicas para implantes, mas foram adaptadas para o uso nos acessos aos canais endodônticos (FONSECA TAVARES et al., 2018). Apesar de ter a vantagem de fletirem pouco, o diâmetro destas fresas dificulta o acesso a elementos dentários com raízes de tamanho reduzido e desgastam maior quantidade de estrutura dentária que o necessário (KRSTL et al., 2016, VAN DER MEER et al., 2016, MENA-ALVAREZ et al., 2017).

O tratamento endodôntico ocorre em ambiente com espaço restrito, propenso a desvios que podem provocar a perda do elemento dental (ESTRELA et al., 2018), e



o uso de instrumentos com diâmetros incompatíveis com o tratamento de dentes com raízes menos calibrosas representa obstáculo à segurança do procedimento terapêutico (TORRES et al., 2019, ISHAK et al., 2020).

Assim, em caso de dentes em que a terapia convencional pode não ser eficiente, como nas complexidades anatômicas e atresias, por exemplo, e o uso de guias cirúrgicas pode ser auxílio viável no tratamento, e, diante da escassez a respeito de estudos sobre o assunto, torna-se importante avaliar a precisão e o desgaste provocado por diferentes instrumentos utilizados de forma adaptada para a realização de tratamento endodôntico guiado.



## **2. Proposição**

---



## **2. PROPOSIÇÃO**

Objetivo deste estudo in vitro foi avaliar a precisão da trajetória (mm) e o desgaste ( $\text{mm}^3$ ) provocado pelas fresas DSP Drill (DSP Biomedical, Campo Largo, Brasil) (DSP) 1.0 mm e Munce Drill (FM) 0.8 mm utilizadas durante a realização de acesso endodôntico guiado.

### **2.1 Objetivos Específicos**

- a) Avaliar a influência do diâmetro da fresa, na precisão da trajetória durante o uso em tratamento endodôntico guiado.
- b) Avaliar o desgaste provocado pelas fresas de diferentes diâmetros durante o tratamento endodôntico guiado.

### **2.2 Hipóteses**

- a) 1ª H0 – Não há diferença de precisão (desvio de trajetória) nos acessos endodônticos guiados realizados com fresas de diferentes diâmetros;
- b) 2ª H0 – Não há diferença de desgaste nos acessos endodônticos guiados realizados com fresas de diferentes diâmetros;
- c) 3ª H0 – Não há correlação linear entre a precisão da trajetória (desvio em mm) e o desgaste ( $\text{mm}^3$ ) nos acessos endodônticos guiados realizados com fresas de diferentes diâmetros;



## **3. Material e Método**

---





### 3. MATERIAL E MÉTODO

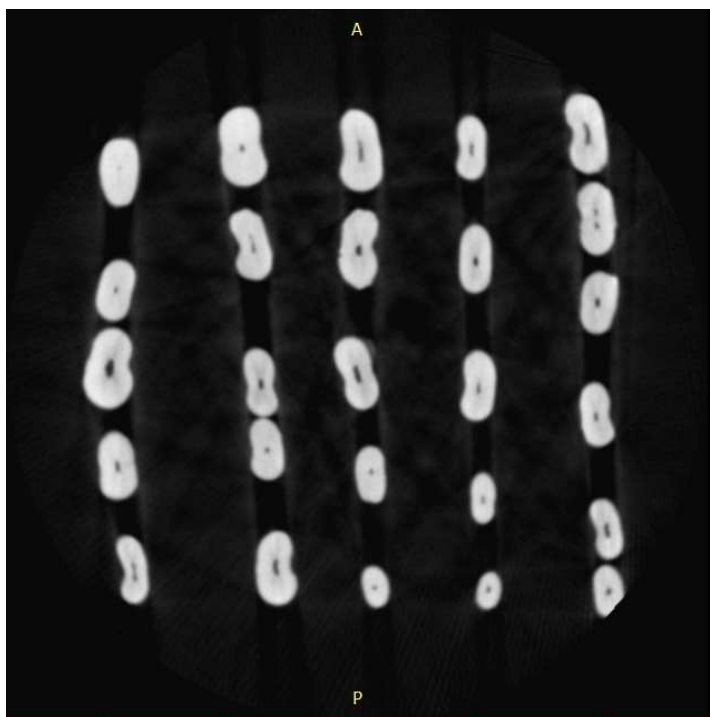
Este estudo foi submetido ao comitê de ética em pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP/USP (CAAE 31442320.0.0000.5419) (Anexo 1) e foi conduzido de acordo com as regulamentações sobre pesquisa com seres humanos (Resolução nº 466 de 12/12/2012).

Sessenta incisivos inferiores humanos hígidos, com comprimento total maior ou igual a 12mm, com raízes retas, completamente desenvolvidas e sem reabsorções, foram obtidos, do Biobanco de dentes da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP USP.

Os dentes foram examinados com auxílio de lupa (aumento de 10x) para verificar a presença de trincas ou fraturas. Como critério de exclusão, foram eliminados os elementos dotados de trincas, fraturas, desgastes coronários excessivos, bem como os portadores de raízes curvas.

Após esta seleção inicial, foi realizada segunda análise por meio de tomografia computadorizada *cone beam* (CBCT) feita no aparelho Prexion (Yoshida Dental Mfg. Co. LTD., Tóquio. Japão), com o objetivo de selecionar elementos com canais únicos, sem istmos pronunciados e sem tratamento endodôntico para seleção da amostra. Os elementos foram posicionados em bases de poliestireno expandido e foram feitas as tomadas tomográficas para confirmar se os elementos possuíam luz do canal com luz igual ou inferior a 0.8 mm na área de maior diâmetro.

O escaneamento em tomógrafo computadorizado de feixe cônico foi realizado com protocolo de aquisição endodôntico de 90 kV, 4 mA, 37 s, voxel isotópico de 0.10 mm e campo de visão (FOV) de 5X5 mm. Confirmado que a raiz não apresentava as trincas, fraturas, desgastes coronários excessivos, nem raiz curva e observado o estreitamento do canal radicular, foram excluídos os elementos que apresentaram mais de um canal ou istmos pronunciados ao longo da extensão do canal (Figura 1).



**Figura 1** - Seleção de dentes por meio da Tomografia Computadorizada de Alta Resolução para selecionar os elementos que possuísem luz do canal com luz igual ou inferior a 0.8 mm na área de maior diâmetro.

Para o experimento foram utilizadas duas fresas, uma de 1 mm para guia endodôntica (DSP Biomedical, Campo Largo, Brasil) e outra a size 1 Muncie Discovery bur (CJM Engineering, Santa Barbara, Estados Unidos) (Figura 2).



**Figura 2** – A Size 1 Munce Discovery bur (CJM Engineering, Santa Barbara, EUA), fresa esférica, com cabeça com 0,8 mm de diâmetro e pescoço com diâmetro variável entre 0,7 e 1 mm, com comprimento total de 34 mm. B- DSP 1.0 mm, helicoidal, com 1 mm de diâmetro e comprimento total de 25 mm.

Foram selecionados 20 incisivos inferiores, cuja luz do canal não ultrapassasse o diâmetro de 0,8 mm em seu ponto de maior diâmetro, que foi medido com o elemento alinhado no seu longo eixo, percorrendo os cortes axiais. Foi posicionada uma régua de 0,8 mm do centro de cada elemento e os cortes foram percorridos para que se assegurasse que o diâmetro não ultrapassasse a medida estipulada. Essa medida foi definida levando-se em conta o diâmetro máximo da fresa de menor diâmetro, a size 1 Munce Discovery bur (CJM Engineering, Santa Barbara, Estados Unidos) que possui 0,8 mm de diâmetro. As medidas foram feitas utilizando-se o programa OnDemand 3D Project Viewer (Cybermed Inc., Tustin, USA) Selecionados os dentes, estes foram mantidos em solução de timol 0,1 % a 9° C até

o início dos experimentos. Antes do uso, os dentes foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida, tiveram suas superfícies limpas com o uso de ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

### 3.1 Montagem dos modelos

Os elementos selecionados foram divididos em 5 grupos de 4 dentes e, em cada um desses conjuntos, os dentes foram fixados com cianoacrilato em um manequim endodôntico (Figura 3).



**Figura 3** - Manequim com os dentes fixados para a realização da tomografia e planejamento do acesso.

Os manequins foram preenchidos com uma mistura de gesso e serragem (GAR FREITAS et al., 2012) para simular o tecido ósseo e proporcionar estabilidade dimensional aos dentes.

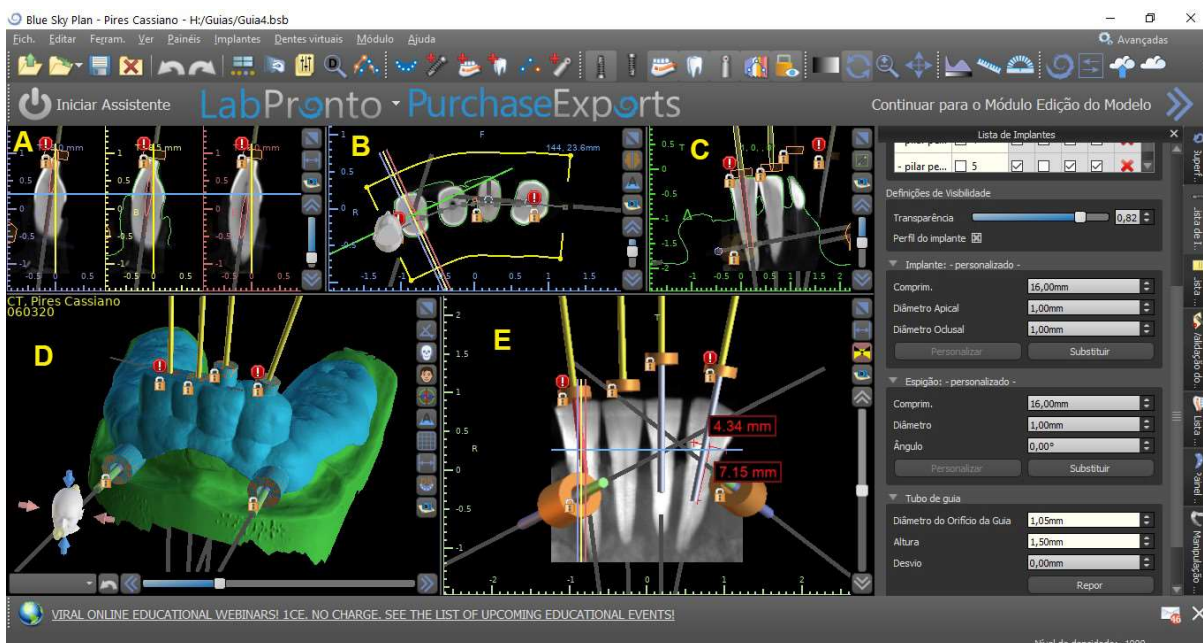
Após a fixação dos elementos dentais, foi realizada nova tomografia no tomógrafo Prexion 3D® (Prexion Co. Ltd, Tóquio, Japão), utilizada para planejar a trajetória da fresa definida pela guia (Figura 4).



**Figura 4** – Análise da tomografia dos modelos para visualização do posicionamento dos elementos no manequim. A - Corte sagital do dente 31. B - Corte axial dos dentes. C – Corte coronal.

### 3.2 Planejamento e confecção das guias

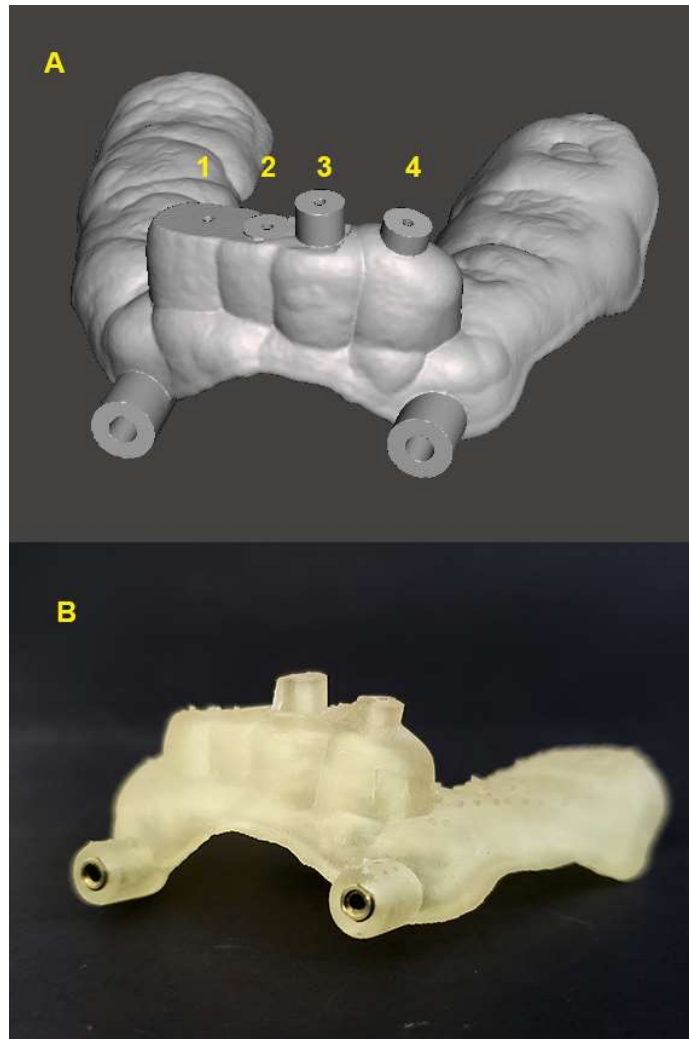
As tomografias dos modelos foram combinadas com o escaneamento realizado com o escâner Trios 3 (3Shape, Copenhagen, Dinamarca) no *software* Blue Sky Bio (Blue Sky Bio, Grayslake, EUA), para que fosse realizado o planejamento da trajetória da fresa para guia endodôntica (Figura. 5).



**Figura 5** – Imagem no software Blue Sky Bio (Blue Sky Bio, Grayslake, EUA), utilizado para alinhamento da tomografia do modelo com o escaneamento, com a finalidade de definir o planejamento da trajetória e o desenho da guia. A – Cortes parassagitais do dente 31. B – Corte axial dos elementos. C – Corte coronal do dente 31. D – Reconstrução 3D do modelo e da guia em posição. E – Corte coronal dos dentes para conferência da trajetória.

Os modelos foram escaneados no modo de escaneamento de modelos do programa Dental Desktop (3Shape, Copenhagen, Dinamarca), que gerou uma impressão digital deles, em arquivo no formato .STL. Esse arquivo, em conjunto com a tomografia computadorizada do modelo correspondente, foi importado para o programa Blue Sky Bio (Blue Sky Bio, Grayslake, EUA). As imagens da tomografia e do escaneamento dos dentes foram alinhadas com base no contorno dos dentes. O desenho virtual das fresas, com 1.0 mm e 0.8 mm respectivamente, foi sobreposto ao projeto e à trajetória de perfuração foi determinada. Após a definição da trajetória, foram projetados os pinos de fixação, que auxiliam na estabilidade do conjunto, e foi finalizado o desenho da guia.

Cada guia desenhada possuía quatro orifícios, dois para a fresa da DSP (DSP Biomedical, Campo Largo, Brasil) e dois para a fresa Munce Discovery bur (CJM Engineering, Santa Barbara, EUA), que acessaram dois dentes em cada modelo (Figura 6).



**Figura 6 – A** - Desenho final da guia projetado no software Blue Sky Bio (Blue Sky Bio, Grayslake, EUA). Os dois orifícios da esquerda, 1 e 2, são para a fresa Munce Discovery Bur (CJM Engineering, Santa Barbara, EUA), e as duas da direita, 3 e 4, destinam-se à fresa DSP (DSP Biomedical, Campo Largo, Brasil). **B** – Guia impressa, curada e com as anilhas de fixação posicionadas.

Durante o processamento das imagens, foi definida a trajetória de fresagem, dentro da estrutura radicular dos 4 incisivos inferiores no sentido inciso apical, e as coroas dos dentes não foram consideradas para fins de medição. Traçou-se uma linha que unia o limite amelocementário na mesial e na distal, e, a partir dessa linha, no seu ponto médio, traçou-se uma linha perpendicular, que se estendeu até a metade do comprimento da raiz (Figura 7).



**Figura 7** - Definição da trajetória realizada no program Blue Sky Bio (Blue Sky Bio, Grayslake, EUA). **A** – Corte coronal com as medidas para estabelecer o final da trajetória da fresa. **B** – Corte sagital do elemento 34 com a trajetória desenhada no *software* de planejamento seguindo as medidas definidas na imagem anterior.

O ponto de eleição estabelecido para o início do desgaste com as fresas foi a face incisal dos dentes. Este ponto foi definido para que a fresa seguisse o longo eixo do dente e desgastasse apenas as estruturas dentárias relacionadas à luz do canal.

Após a etapa de desenho das guias, os arquivos foram exportados e as guias foram impressas utilizando-se a impressora 3D P30 (Straumann Group, Basel, Suíça) e a resina Sheraprint – Dental SG (Shera Werkstoff – Technologie GmbH & Co, KG, Lenforde, Alemanha) (Figura. 8). Essa impressora utiliza a tecnologia DLP (Direct Light Projection) e contém um tanque de resina com uma base transparente e superfície antiaderente, que serve como substrato para a cura da resina líquida, permitindo o destacamento das camadas recém-formadas.





**Figura 8** – **A** Resina Sheraprint – Dental SG para guias cirúrgicas (Sera Werkstoff – Technologie GmbH & Co, KG, Lenfode, Alemanha). **B** Impressora Straumann p30 (Straumann Group, Basel, Suíça).

O processo de impressão começa quando a plataforma de construção desce para um tanque de resina líquida, deixando espaço igual à altura da camada entre a plataforma de construção ou a última camada concluída e a parte inferior do tanque.

O contato entre a resina e a luz UV do projetor digital é conhecido como a cura da camada. Essa camada serve como base da próxima a ser curada e conectada à camada anterior. A aposição dessas camadas resulta na construção de um objeto tridimensional que, no caso do presente estudo, é a guia cirúrgica.

### 3.3 Metodologia de fresagem

Um operador especialista em endodontia foi selecionado para realizar a cirurgia de acesso nos modelos, com a utilização das suas respectivas guias.

Uma pequena marcação foi feita na superfície do dente através da guia, para referenciar o acesso que, posteriormente, foi feito com uma Broca Carbide Nº 1 Esférica (FG - Microdont, São Paulo, Brasil) para remover a camada de esmalte, permitindo que as fresas selecionadas trabalhassem somente em dentina.

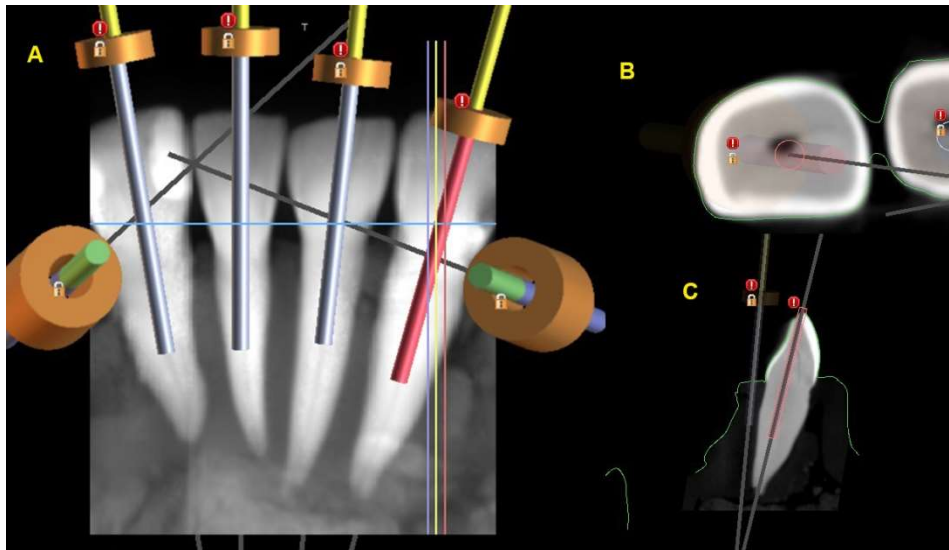
As guias impressas foram posicionadas nos dentes, fixadas com os pinos de fixação Neodent (Neodent, Curitiba, Brasil) e o desgaste foi feito utilizando as duas fresas: a size 1 Munce Discovery bur (CJM Engineering, Santa Barbara, EUA), que é esférica, possui cabeça com 0,8 mm de diâmetro e pescoço com diâmetro variável entre 0,7 e 1 mm, com comprimento total de 34 mm, e o instrumento da DSP 1.0 mm, helicoidal, com 1 mm de diâmetro e comprimento total de 25 mm (DSP Biomedical, Campo Largo, Brasil).

Foi utilizado um motor elétrico Neosurg (Neodent SA, Curitiba, Brasil), com os ajustes recomendados pelos fabricantes das fresas. Para a fresa Munce Discovery Bur #1 da Munce (CJM Engineering, Santa Barbara, EUA), foi feito o ajuste de rotação para 10.000 rpm. Foi realizado uma cinemática com movimentos de bicada, e limpeza da fresa a cada 2 mm de progressão. Já para a fresa DSP 1.0 mm (DSP Biomedical, Campo Largo, Brasil), foi utilizado o torque de 32N e 120 rpm, bem como a mesma cinemática e processo de limpeza do instrumento descrito para a outra fresa.

### 3.4 Obtenção das medidas de desvio

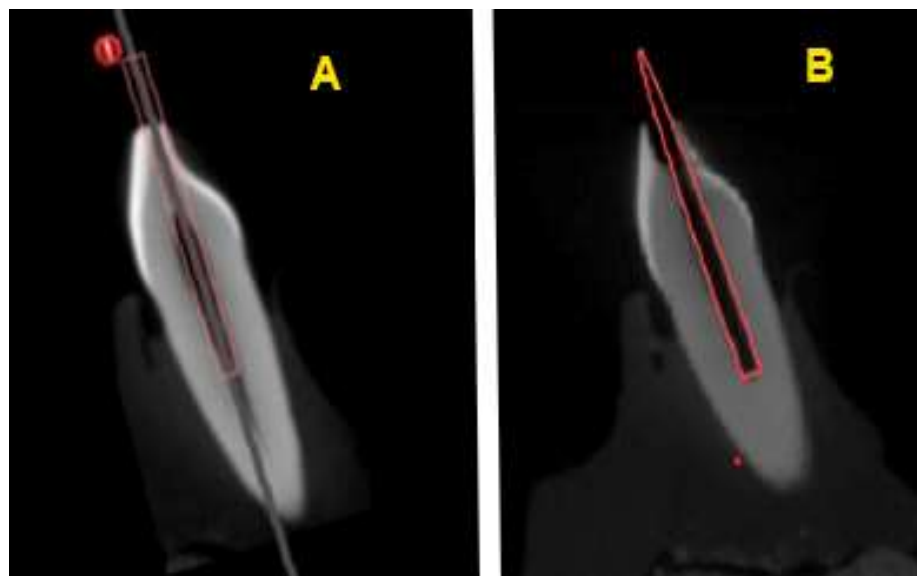
Depois de realizadas as cirurgias de todos os modelos, foi realizada a tomografia final dos modelos para que fosse feita a comparação entre a trajetória ideal e a obtida após a fresagem, bem como o volume de material removido durante a instrumentação.

A trajetória planejada é representada pelo desenho cilíndrico vermelho sobreposto à imagem tomográfica que por ser um objeto tridimensional está representado em todos os planos (Figura 9).



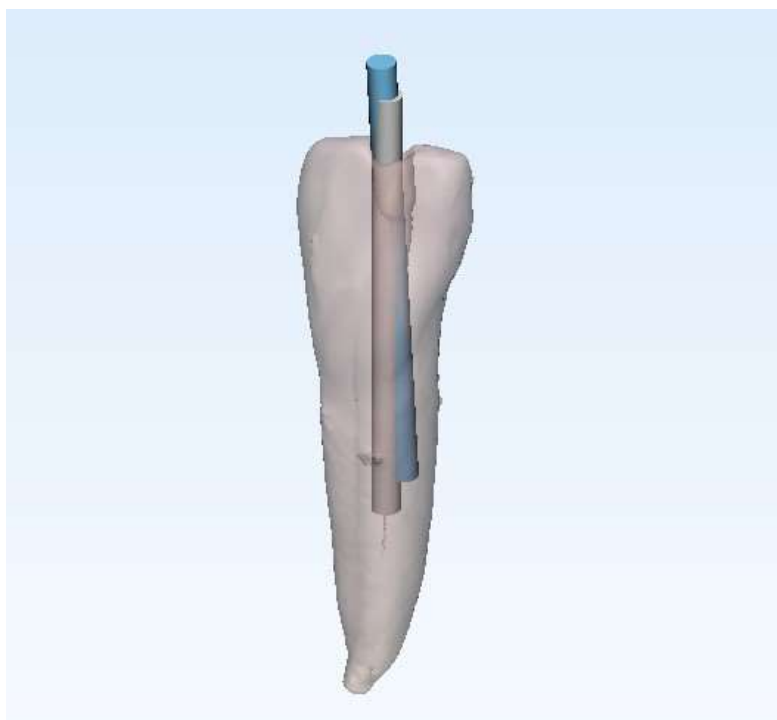
**Figura 9 – A –** Corte coronal demonstrando a trajetória planejada do elemento 32 em vermelho. **B -** Corte axial demonstrando a trajetória planejada do elemento 32 em vermelho **C –** Corte axial demonstrando a trajetória planejada do elemento 32 em vermelho.

Uma nova tomografia foi realizada no elemento após a realização da cirurgia e o mesmo objeto cilíndrico do planejamento, que foi exportado do programa de desenho da guia, foi sobreposto à trajetória mostrada na tomografia pós cirúrgica para que se pudesse comparar a trajetória obtida com a planejada (Figura 10).



**Figura 10 – A –** Corte Sagital do objeto cilíndrico em vermelho, gerado pelo programa de planejamento, que representa a trajetória planejada. **B –** O mesmo objeto posicionado sobre a trajetória percorrida para determinar o ângulo e a profundidade que foi alcançado pela fresa.

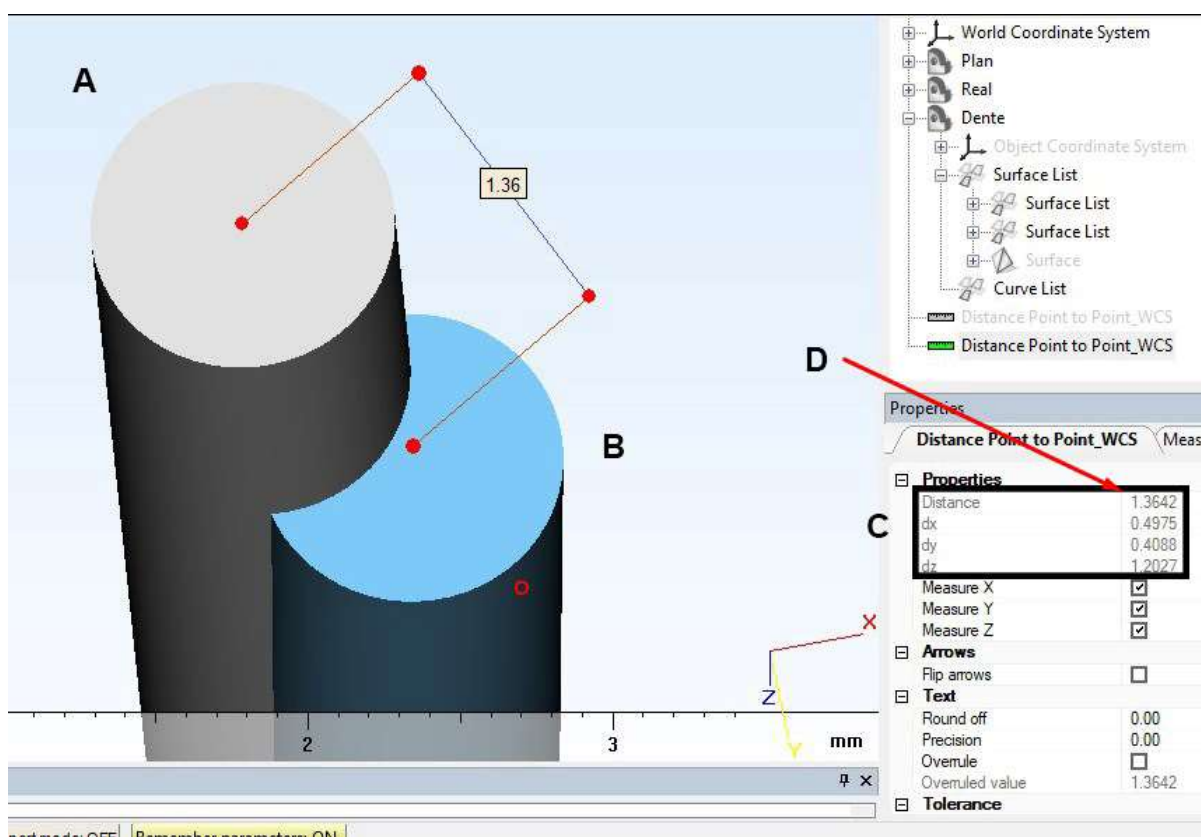
As duas imagens, obtidas antes e depois da instrumentação, respectivamente, foram alinhadas (sobrepostas) em relação àquelas obtidas no exame tomográfico inicial, por meio da ferramenta de alinhamento do programa 3-matic Medical (Materialise, Leuven, Bélgica), que permite identificar e registrar as superfícies de um mesmo objeto, em momentos diferentes, analisando o conjunto de dados por meio da minimização das distâncias entre as superfícies correspondentes, empregando-se um modelo rígido de transformação matemática (Figura 11).



**Figura 11** – Imagem que representa a diferença das trajetórias. Depois que as malhas dos dentes foram alinhadas foi possível visualizar a diferença entre a trajetória planejada e a realizada.

Depois de alinhadas as duas trajetórias o programa auxilia na marcação do centro de cada uma delas. A partir da definição do ponto central das duas trajetórias, o programa calcula o desvio nos 3 eixos, em que x, y e z são respectivamente as distâncias sagitais, coronais e apicais entre o centro do final da trajetória planejada e o centro do final da trajetória percorrida pela guia.

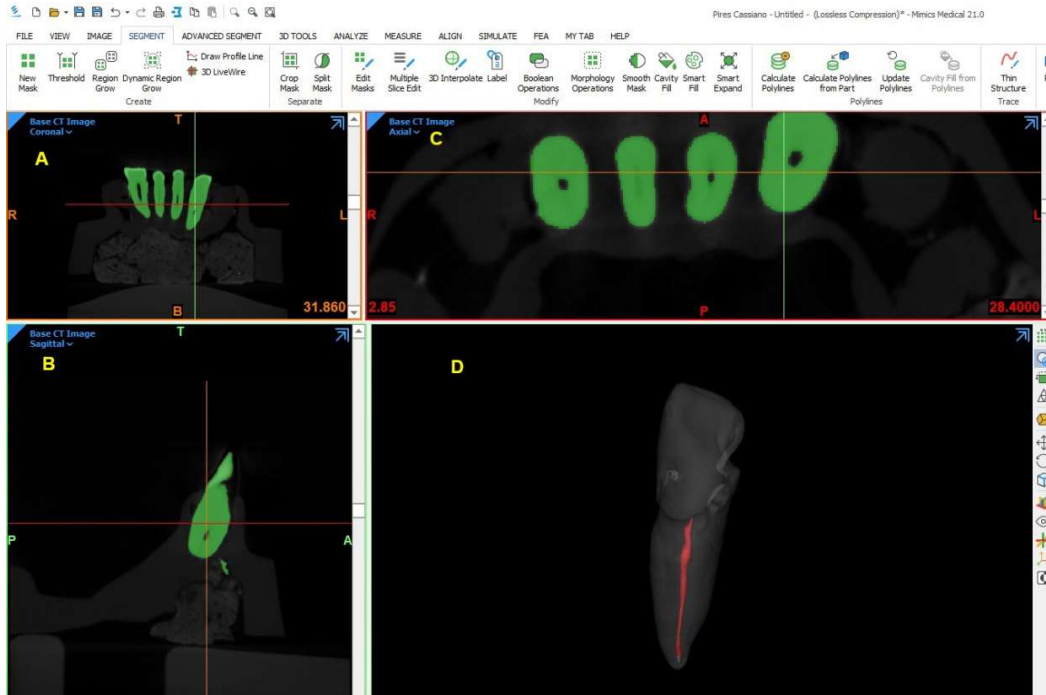
De posse destes dados, o programa utiliza a fórmula  $\sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ , para estabelecer uma medida de desvio médio (Figura 11).



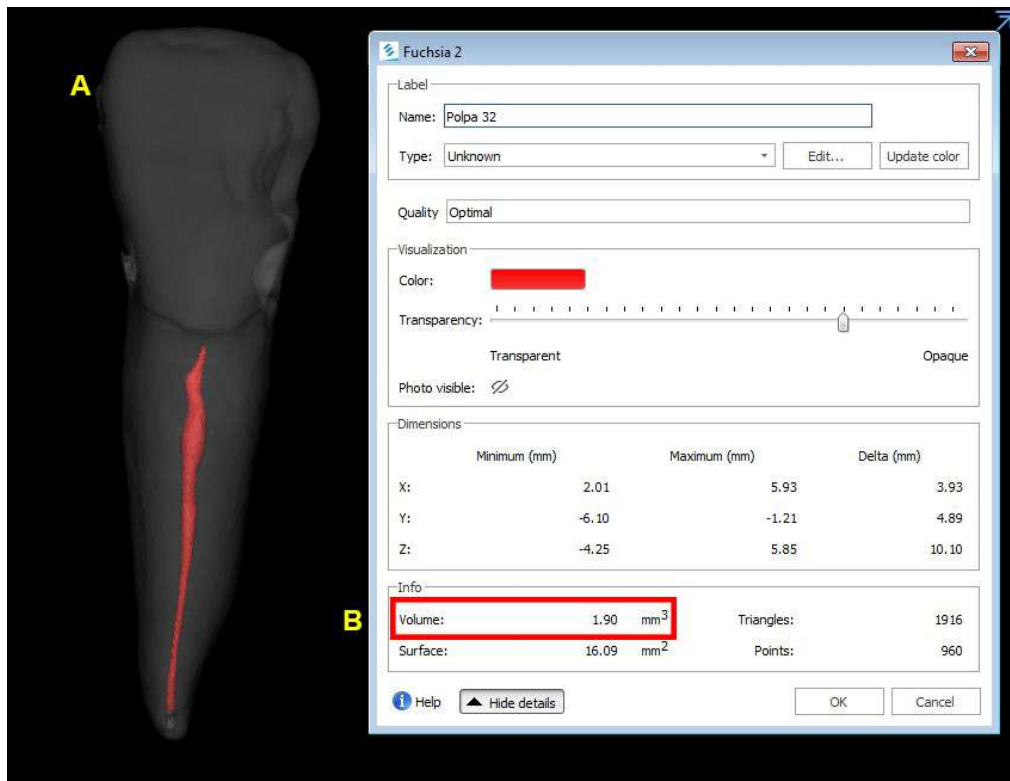
**Figura 12** - Medida do desvio das trajetórias. **A** – Trajetória percorrida pela fresa **B** – Trajetória planeja pelo programa de planejamento **C** – Medidas de desvio nos eixos x, y e z. **D** – Medida do desvio médio.

### 3.5 Obtenção das medidas de desgaste

A análise do volume de tecido dentário removido foi feita comparando o volume da câmara pulpar antes e após o procedimento. Foi utilizado o programa Mimics Medical (Materialise, Leuven, Bélgica), que determinou o volume dos objetos tridimensionais obtidos por meio da técnica de binarização ou limiarização interativa (*threshold*), na qual é realizada a segmentação dos valores de tons de cinza da reconstrução tridimensional, obtendo-se uma imagem binária em que os *pixels* pretos representaram o fundo e as regiões de *pixels* brancos, os objetos da análise. Com essa técnica, é possível estabelecer os dados morfométricos tridimensionais de volume ( $\text{mm}^3$ ), área de superfície ( $\text{mm}^2$ ) e SMI (índice de modelo estrutural). Essa técnica converte o arquivo DICOM, obtido por meio da tomografia computadorizada em um objeto tridimensional, com volume mensurável (Figuras 13 e 14).

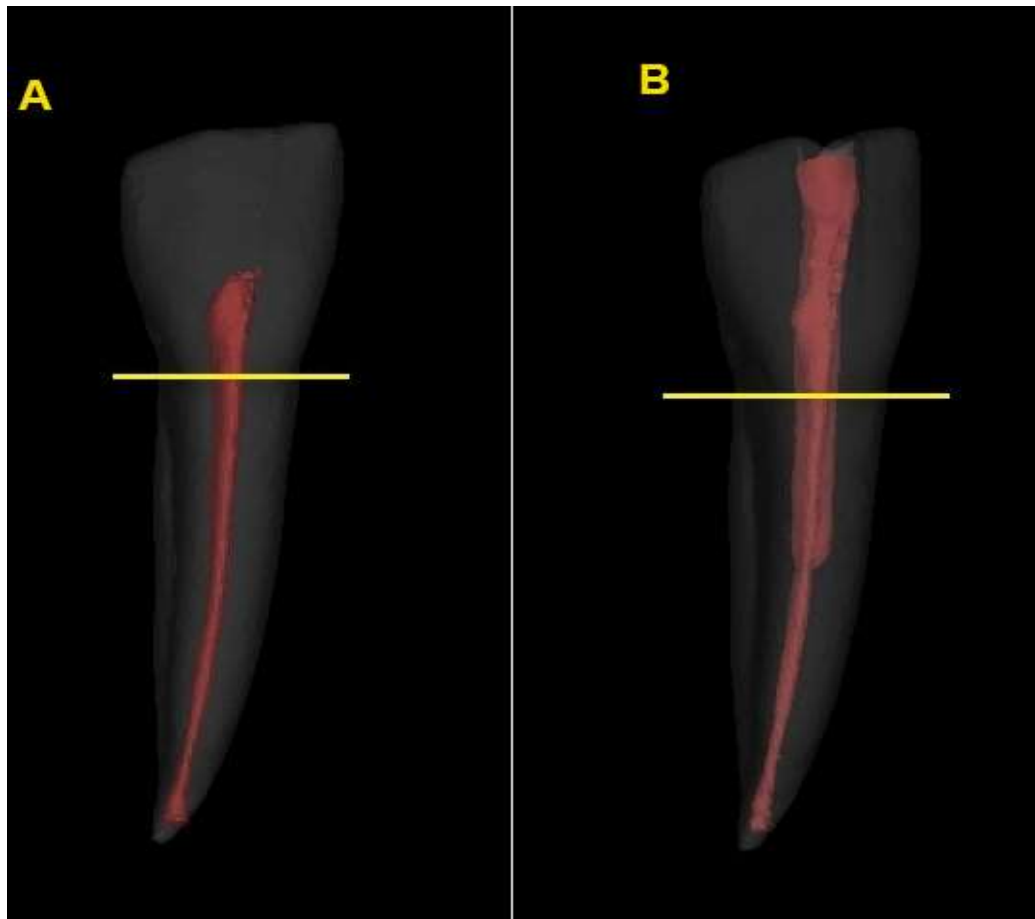


**Figura 13** – Processo binarização ou limiarização interativa (*threshold*) no programa Mimics Medical (Materialise, Leuven, Bélgica) para a conversão do arquivo DICOM em um objeto tridimensional. **A** – Corte coronal da tomografia inicial **B** – Corte sagittal da tomografia inicial **C** - Corte axial da tomografia inicial **D** – Reconstrução tridimensional do objeto.



**Figura 14** – Definição do volume inicial da câmara pulpar após a conversão do arquivo DICOM em um objeto tridimensional. **A** – Reconstrução tridimensional dos volumes do dente e da câmara pulpar. **B** – Volume calculado do volume da câmara pulpar.

Como o acesso na coroa dos elementos não foi guiado, para os fins desse estudo, desconsiderou-se o desgaste realizado na porção coronal dos dentes. Foi traçada uma linha na junção amelo-cementária, e a medição do volume do canal foi considerada a partir desse ponto. Com o cálculo da diferença entre o volume inicial e o final das estruturas, estabeleceu-se o volume total de desgaste (Figura 13).



**Figura 13** - Análise do desgaste. A área em vermelho representa o volume da luz do canal. A linha amarela delimita a área de interesse do estudo **A** – Volume inicial da câmara pulpar. **B** – Volume da câmara pulpar após o acesso cirúrgico.

### 3.6 Análise dos dados

Os dados foram analisados pelo software SPSS, versão 25 (IBM, EUA) com um nível de significância de 0,05. Para testar as hipóteses nulas apresentadas, os dados obtidos foram submetidos previamente ao teste de Levene que indicou homogeneidade das amostras. Em seguida, foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para a normalidade, que constatou que tanto os dados do diâmetro da fresa ( $p > 0,100$ ), quanto os do desgaste ( $p > 0,07$ ) apresentavam distribuição normal.

Dessa forma, para realizar a comparação entre as fresas (amostras independentes) dentro de cada variável analisada, optou-se pelo Teste  $t$  paramétrico (Student). A presença ou ausência de relação entre duas as variáveis (precisão de trajetória e desgaste) foi analisada por regressão linear.



## **4. Resultados**

---



## 4. RESULTADOS

A fresa Muncie Bur #1 foi denominada como F16 (por possuir 16mm de parte ativa) e a fresa DSP 1.0 mm como F18 (pela mesma justificativa). Serão primeiro apresentados os dados e amostra, para em seguida analisar as diferenças entre as fresas. Conforme as metodologias discutidas anteriormente, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 1, para o desvio entre a trajetória planejada e a observada após o procedimento e o volume do desgaste pelas fresas utilizadas:

**Tabela 1** – Dados obtidos após o experimento para cada uma das brocas e dentes envolvidos.

Dente	Fresa	Precisão da trajetória em mm	Desgaste em mm <sup>3</sup>	Dente
1	F16	1,358	2,940	1
2	F16	1,373	4,870	2
3	F16	1,511	7,260	3
4	F16	1,119	1,470	4
5	F16	1,364	4,222	5
6	F16	1,290	3,247	6
7	F16	1,271	3,814	7
8	F16	1,347	2,948	8
9	F16	1,254	2,437	9
10	F16	1,373	3,537	10
11	F18	1,302	2,709	11
12	F18	1,248	1,272	12
13	F18	1,184	0,765	13
14	F18	1,237	1,473	14
15	F18	1,347	4,109	15
16	F18	1,203	2,291	16
17	F18	1,226	1,765	17
18	F18	1,349	2,500	18
19	F18	1,237	1,030	19
20	F18	1,544	2,290	20

### 4.1 Análise da precisão da trajetória e do desgaste

Conforme apresentado na metodologia estatística, para verificar se as diferenças são estatisticamente significativas, foram realizados testes *t* de *student* para diferença de médias. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2.** Resultados dos testes de diferença de média entre as fresas analisadas.

	Precisão da trajetória (mm)		Desgaste (mm <sup>3</sup> )	
	Média ± dp	Valor-p	Média ± dp	Valor-p
Fresa F16 (0,8 mm)	(1,33 ± 0,10) a	0,4220	(3,37 ± 1,57) a	0,0113*
Fresa F18 (1,0 mm)	(1,29 ± 0,11) a		(2,02 ± 0,98) b	

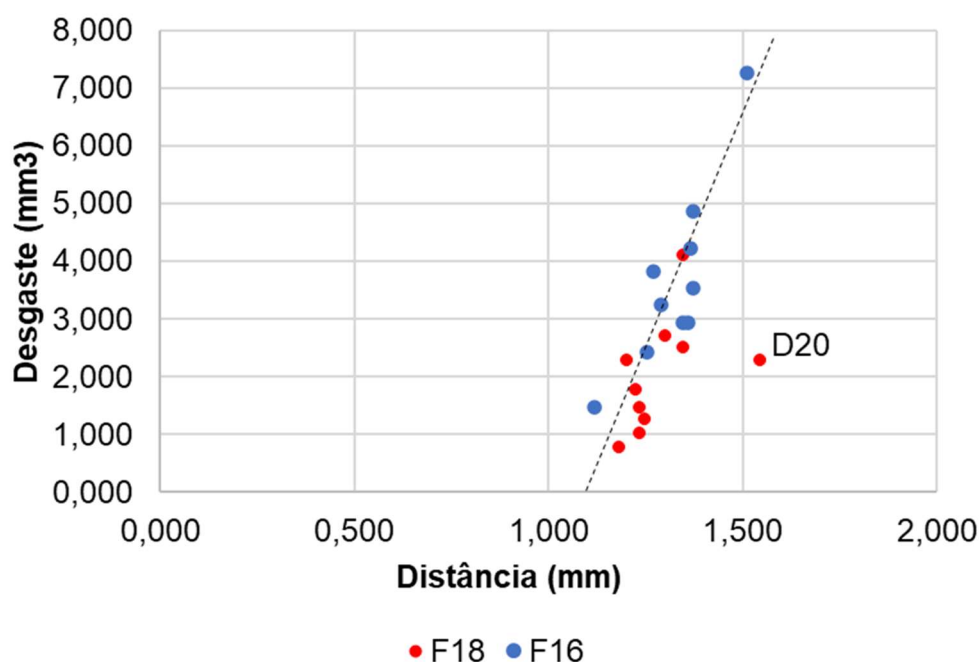
\*Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa dentro da mesma coluna (teste *t* de Student,  $p < 0,05$ ).

Assim, não é possível afirmar que estatisticamente exista diferença estatisticamente significativa no desempenho das fresas na distância entre o valor experimental e o planejado (precisão da trajetória) ( $p = 0,422$ ). A 1<sup>a</sup> hipótese nula de que não havia diferença entre as fresas com relação à precisão da trajetória foi aceita.

Já para o desgaste, é possível considerar que existe diferença estatisticamente significativa entre as fresas ( $p = 0,0113$ ). É possível inferir que a F16 apresenta desgaste maior que a F18. Dessa forma, rejeita-se a 2<sup>a</sup> hipótese nula de ausência de diferença entre as fresas para a variável desgaste.

#### 4.2 Relação entre precisão da trajetória e desgaste

Considerando o valor D20 como um *outlier*, foi possível identificar a existência de correlação linear positiva de 0,859 entre a precisão de trajetória e o desgaste (gráfico 1), portanto para o presente caso ficou determinado que os dois fatores têm relação e que quanto mais precisa a trajetória percorrida menor será o desgaste.



**Gráfico 1** – Dispersão entre precisão de trajetória e desgaste.

Com os demais dezenove valores, foi realizado o ajuste da reta representada com regressão linear por mínimos quadrados ordinários, cujo valor obtido para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi de 0,7920. Além disso, foram também obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3** – Resultados da regressão linear dos valores observados de precisão de trajetória e desgaste.

	<b>Coefficiente</b>	<b>Erro padrão</b>	<b>valor-P</b>
Interseção	-17,45	2,983	0,000
Distância	15,67	2,299	0,000

Os valores-p inferiores ao nível de significância de 5% validam os coeficientes estimados (ou seja, é possível rejeitar a 3ª hipótese nula de que sejam iguais a zero). Assim, é possível estabelecer a relação de que um aumento de 1 mm na distância provoca aumento de 15,67 mm<sup>3</sup> no desgaste.



## **5. Discussão**

---





## 5. DISCUSSÃO

Os estudos previamente publicados descrevem a calcificação dos canais radiculares como ocorrência de grande dificuldade para que o profissional realize o tratamento endodôntico de maneira segura e precisa, uma vez que a falta de luz no canal tira as referências de trajetória que lhe auxiliam na realização do acesso endodôntico.

Várias técnicas foram sugeridas para acessar a luz do canal de um dente parcial ou totalmente calcificado. Incluindo preparos cavitário modificados preparations (LOVDAHL & GUTMANN 1997), o uso de microscópio, brocas de pescoço longo associadas ou não a insertos ultrassônicos combinados com radiografias periódicas durante o avanço do instrumento (DA CUNHA et al. 2009, JOHNSON 2009, REIS et al. 2009, MCCABE & DUMMER et al. 2012). Eventualmente, a calcificação pode estar em estado tão avançado que o conceito de acesso às cegas pode se tornar uma realidade. Ainda que se use magnificação, neste tipo de situação, é grande o risco de perfuração da raiz (BUCHGREITZ et al. 2015).

A possibilidade de que o endodontista se depare com casos desta natureza tende a ser mais frequente, uma vez que há tendência de queda no número de dentes extraídos, o que indica que a população mantém seus dentes até idade mais avançada (BJØRNDAL et al. 2011, DEMANT et al. 2012).

A guia endodôntica parece ser uma alternativa promissora para o tratamento de canais calcificados, com morfologia alterada ou para melhorar o resultado de cirurgias apicais. Os artigos publicados recentemente (BUCHGREITZ et al. 2019, TORRES et al. 2019, CONNERT et al. 2019) descrevem a cirurgia endodôntica guiada como uma técnica precisa quando comparam o acesso realizado com a trajetória que foi planejada virtualmente.

Acessos guiados apresentam desvios, como os descritos por Buchgreitz et al. (2016), que reportaram desvio médio de 0.46 mm da ponta da fresa em seu estudo. Zehnder et al. (2016) observaram desvio angular médio de 1.81° da trajetória, com desvio médio no sentido mesio-distal de 0.29 mm, vestibulo-lingual de 0.47 mm e ápico-coronal de 0.17 da ponta da fresa. Esses dois estudos apontam que não houve diferença estatisticamente relevante entre os resultados obtidos por dois operadores diferentes, o que indica a reprodutibilidade da técnica.

Os dados obtidos no presente estudo, que comparou duas fresas distintas, com diâmetros e formatos diferentes, apontou que não existe diferença no desempenho das fresas quanto à precisão dos dois instrumentos avaliados, e que há relação positiva entre a precisão e o desgaste realizado, em que quanto mais preciso é o procedimento, menor será o volume de estrutura dentária desgastada.

No entanto, foi observado que a fresa Munce Bur #1 (0.8 mm) - F16, apesar de ter diâmetro menor e precisão similar à outra fresa, desgastou mais estrutura dentária do que a fresa DSP 1.0 mm (1 mm) - F18. Isso pode ter acontecido em razão do formato da fresa Munce Bur #1 - F16 e o desenho da guia. Nessa fresa, com 16 mm de parte ativa, o *stop* fica mais próximo da borda incisal do dente, para alcançar o ponto definido no planejamento, em relação ao mesmo aspecto quando se utiliza a fresa DSP 1.0 mm (1 mm) - F18, de ponta ativa de 18 mm. Como o *stop* está mais próximo do dente, o tubo de guia, cuja finalidade é direcionar e estabilizar a fresa, fica menor. Esse aspecto, associado ao desenho cônico da fresa, permite a ocorrência de desvio inicial da trajetória da fresa, que é corrigido quando o seu terço final entra no tubo de guia e corrige sua trajetória.

Mais estudos deverão ser realizados para observar a influência do tamanho do tubo de guia, bem como a utilização de anilhas para melhorar a precisão do procedimento uma vez que o acesso guiado endodôntico requer precisão.

Outro aspecto que deve ser abordado é que a técnica de acesso guiado permite que o operador, independente de sua experiência, consiga acessar o canal endodôntico com maior precisão se comparado à técnica tradicional (CONNERT et al. 2019, ZEHNDER et al. 2016, CONNERT et al. 2017). CONNERT et al. 2019 compararam o procedimento guiado com o acesso convencional usando três operadores: um especialista com 9 anos de experiência, um clínico geral com 3 anos de experiência e um dentista recém-graduado. Os resultados demonstraram que a média de perda de substância dentária foi de 9.8 mm<sup>3</sup> (DP ± 3.0) para a técnica guiada e 49.9 mm<sup>3</sup> (DP ± 7.7) na abordagem tradicional para todos os operadores. A técnica guiada permitiu a todos os operadores, independente de sua experiência, acessar 92% (22/24) dos canais, maior se comparada a técnica tradicional (42%, 10/24).

A medida de precisão feita neste estudo, à semelhança de Ackerman (2019), utilizou a fórmula  $\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}$ , feita no programa 3-matic Medical (Materialise, Leuven, Belgica), em que a, b e c são, respectivamente, as distâncias sagitais

coronais e apicais entre o centro do final da trajetória planejada e o centro do final da trajetória percorrida pela guia. Não existe consenso quanto ao método a ser utilizado para essa medida de precisão. BUCHGREITZ et al. (2016) mediu a distância do centro da trajetória fresada ao centro de um alvo posicionado no ápice da raiz (uma gutapercha com diâmetro de 0.3 mm) sem levar em consideração a trajetória planejada virtualmente. ZEHNDER et al. (2016) e CONNERT et al. (2017) utilizaram o programa coDiagnostiX (Dental Wings Inc, Montreal, Canada) que possui uma ferramenta específica para comparar automaticamente o desvio da trajetória planejada e a realizada, comparando a tomografia pré-operatória com a pós, o que evita vieses na medição.

A obtenção de dentes calcificados para estudos de precisão da trajetória de acessos guiados é difícil (ZEHNDER et al., 2016 e CONNERT et al. 2017,2019), e a influência da calcificação do canal sobre os resultados continua incerta. Para minimizar esse problema, no presente estudo, assim como BUCHGREITZ et al. (2016), fez-se o acesso endodôntico através do canal parcialmente calcificado e da dentina.

Algo que deve ser levado em consideração quando se considera o uso da manobra endodôntica guiada é que a força gerada pela ponta de fresa pode provocar rachaduras na superfície dental (ÇAPAR et al., 2015, KRSTL et al., 2016, FONSECA TAVARES et al., 2018), bem como produzir calor excessivo. Outro item que necessita mais estudo é a necessidade do uso de anilhas na guia, que podem proporcionar uma maior resistência ao conjunto, mas podem dar margem à desvios do instrumento. Ainda como limitações ao uso da técnica, tem-se a trajetória retilínea a ser percorrida pela fresa, o que limita o seu emprego em raízes curvas, com restrições diretamente proporcionais ao grau de curvatura radicular (KRSTL et al. 2016, BUCHGREITZ et al. 2016), e a dificuldade ou até mesmo impossibilidade de trabalho nas regiões posteriores devido ao espaço reduzido e à necessidade de grande amplitude de abertura de boca, o que nem sempre é possível.(CONNERT et al. 2017, 2018, LARA-MENDES et al. 2018a, TORRES et al. 2018.).

Ao longo do trabalho, observou-se que o uso de guias possui precisão que autoriza o uso desses dispositivos na realização do tratamento endodôntico de canais calcificados. No entanto, novos estudos devem ser realizados, com o objetivo de se avaliar melhor o uso do acesso endodôntico guiado, envolvendo a questão de custo-benefício, economia de tempo e desenvolvimento de novos instrumentos (ISHAK et

al., 2020) para que o procedimento seja tido como mais uma ferramenta segura à disposição dos profissionais.

## **6. Conclusões**

---



## 6. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. O diâmetro da fresa, para o intervalo estudado (0.8 a 1 mm), não tem influência na precisão da sua trajetória durante a realização do acesso endodôntico guiado.
2. Há diferença no desgaste de acordo com a fresa utilizada; no entanto, para as duas fresas estudadas, o desgaste se relacionou à precisão do procedimento e não ao diâmetro da fresa.
3. Há correlação linear entre a precisão da trajetória e o desgaste provocado. Quanto maior a precisão menor é o desgaste observado na estrutura do elemento.





## **Referências**

---



## REFERÊNCIAS

SHAH P, CHONG BS. 3D imaging, 3D printing and 3D virtual planning in endodontics. **Clin Oral Investig**. Mar;22(2):641-654, 2018.

ZUBIZARRETA-MACHO A, MUÑOZ AP, DEGLOW ER, AGUSTÍN-PANADERO R, ÁLVAREZ JM. Accuracy of Computer-Aided Dynamic Navigation Compared to Computer-Aided Static Procedure for Endodontic Access Cavities: An in Vitro Study. **J Clin Med**. ;9(1):129, 2020.

BENCHARIT S, STAFFEN A, YEUNG M, WHITLEY D 3RD, LASKIN DM, DEEB GR. In Vivo Tooth-Supported Implant Surgical Guides Fabricated With Desktop Stereolithographic Printers: Fully Guided Surgery Is More Accurate Than Partially Guided Surgery. **J Oral Maxillofac Surg**.;76(7):1431-1439, 2018.

CONNERT T, KRUG R, EGGMANN F *et al*. Guided Endodontics versus Conventional Access Cavity Preparation: A Comparative Study on Substance Loss Using 3-dimensional-printed Teeth. **Journal of Endodontics** 45, 327–31, 2019.

SUEBNUKARN S, RHIENMORA P, HADDAWY P. The use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery. **Int Endod J** ;45:627–32, 2012.

CHUGAL N, MALLYA SM, KAHLER B, LIN LM. Endodontic Treatment Outcomes. **Dent Clin North Am**. ;61(1):59-80, 2017.

CLARK D, KHADEMI JA. Case studies in modern molar endodontic access and directed dentin conservation. **Dent Clin North Am**. ;54(2):275-289, 2010.

MANNAN G, SMALLWOOD ER, GULABIVALA K. Effect of access cavity location and design on degree and distribution of instrumented root canal surface in maxillary anterior teeth. **Int Endod J**. ;34(3):176-183, 2001.

PATEL S, RHODES J. A practical guide to endodontic access cavity preparation in molar teeth. **Br Dent J**. ;203(3):133-140, 2007.

JOHNSON BR. Endodontic access. **Gen Dent**.; 57(6):570-679, 2009.

HOLCOMB JB, GREGORY WB JR. Calcific metamorphosis of the pulp: its incidence and treatment. **Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology** 24, 825–30, 1967.

OGINNI AO, ADEKOYA-SOFOWORA CA, KOLAWOLE KA. Evaluation of radiographs, clinical signs and symptoms associated with pulp canal obliteration: an aid to treatment decision. **Dental Traumatology** 25, 620–5, 2009.

MCCABE PS, DUMMER PMH. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. **International Endodontic Journal** 45, 177–97, 2012.

DELIVANIS HP, SAUER GJ. Incidence of canal calcification in the orthodontic patient. **American Journal of Orthodontics** 82, 58–61, 1982.

ANDREASEN FM, ZHJIE Y, THOMSEN BL, ANDERSEN PK. Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. **Dental**

**Traumatology** 3, 103–15, 1987.

AGAMY HA, BAKRY NS, MOUNIR MMF, AVERY DR. Comparison of mineral trioxide aggregate and formocresol as pulp-capping agents in pulpotomized primary teeth. **Pediatric Dentistry** 26, 302–9, 2004.

SAYEGH FS, REED AJ. Calcification in the dental pulp. **Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology** 25, 873–82, 1968.

FLEIG S, ATTIN T, JUNGBLUTH H. Narrowing of the radicular pulp space in coronally restored teeth. **Clinical Oral Investigations** 21, 1251–7, 2017.

JOHNSTONE M, PARASHOS P. Endodontics and the ageing patient. **Australian Dental Journal** 60 Suppl 1, 20–7, 2015.

KIEFNER P, CONNERT T, ELAYOUTI A, WEIGER R. Treatment of calcified root canals in elderly people: a clinical study about the accessibility, the time needed and the outcome with a three-year follow-up. **Gerodontology** 34, 164–70, 2017.

ROBERTSON A, ANDREASEN FM, BERGENHOLTZ G, ANDREASEN JO, NORÉN JG. Incidence of pulp necrosis subsequent to pulp canal obliteration from trauma of permanent incisors. **Journal of Endodontics** 22, 557–60, 1996.

EUROPEAN SOCIETY OF ENDODONTOLOGY. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. **International Endodontic Journal** 39, 921–30, 2006.

KVINNSLAND I, OSWALD RJ, HALSE A, GRØNNINGSAETER AG. A clinical and roentgenological study of 55 cases of root perforation. **International Endodontic Journal** 22, 75–84, 1989.

CVEK M, GRANATH L, LUNDBERG M. Failures and healing in endodontically treated non-vital anterior teeth with posttraumatically reduced pulpal lumen. **Acta Odontologica Scandinavica** 40, 223–8, 1982.

LARA-MENDES STO, BARBOSA CFM, MACHADO VC, SANTA-ROSA CC. A New Approach for Minimally Invasive Access to Severely Calcified Anterior Teeth Using the Guided Endodontics Technique. **J Endod.**;44(10):1578-1582, 2018b.

SCHUBERT O, SCHWEIGER J, STIMMELMAYR M, NOLD E, GÜTH JF. Digital implant planning and guided implant surgery - workflow and reliability. **Br Dent J.**;226(2):101-108, 2019.

TALLARICO M, KIM YJ, COCCHI F, MARTINOLLI M, MELONI SM. Accuracy of newly developed sleeve-designed templates for insertion of dental implants: A prospective multicenters clinical trial. **Clin Implant Dent Relat Res.**;21(1):108-113, 2019.

FONSECA TAVARES WL, DINIZ VIANA AC, DE CARVALHO MACHADO V, FEITOSA HENRIQUES LC, RIBEIRO SOBRINHO AP. Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. **J Endod.** Jul;44(7):1195-1199, 2018.

KRASTL G, ZEHNDER MS, CONNERT T, WEIGER R, KUHL. Guided Endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology.

**Dental traumatology** 32, 240–6, 2016.

VAN DER MEER WJ, VISSINK A, NG YL, GULABIVALA K. 3D computer aided treatment planning in endodontics. **J Dent** 45:67–72, 2016.

MENA-ALVAREZ J, RICO-ROMANO C, LOBO-GALINDO AB, ZUBIZARRETA-MACHO A. Endodontic treatment of dens evaginatus by performing a splint guided access cavity. **Journal of esthetic and restorative dentistry** 29, 396–402, 2017.

ESTRELA C, DECURCIO DA, ROSSI-FEDELE G, SILVA JA, GUEDES OA, BORGES AH. Root perforations: a review of diagnosis, prognosis and materials. **Braz Oral Res.** Oct 18;32(suppl 1):e73, 2018.

TORRES A, SHAHEEN E, LAMBRECHTS P, POLITIS C, JACOBS R. Microguided Endodontics: a case report of a maxillary lateral incisor with pulp canal obliteration and apical periodontitis. **Int Endod J.** Apr;52(4):540-549, 2019.

ISHAK G, HABIB M, TOHME H, Guided endodontic treatment of calcified lower incisors: A Case Report. **Dent J (Basel).** 2020;8(3):E74. 2020

LOVDAHL PE, GUTMANN JL. Problems in locating and negotiating fine and calcified canals. In: Gutmann JL, Dumsha TC, Lovdahl PE, Hovland EJ, eds **Problem Solving in Endodontics: Prevention, Identification and Management**, 3rd edn. p. 69-89, 1997.

DA CUNHA FM, SOUZA IM, MONNERAT J, Pulp canal obliteration subsequent to trauma: perforation management with m.t.a. followed by canal localization and obturation. **Brazilian Journal of Dental Traumatology**, 1 (2): 64-68, 2009 .

REIS LC, NASCIMENTO VDMA, LENZI AR. Operative microscopy indispensable resource for the treatment of pulp canal obliteration: a case report. **Braz J Dent Traumatol**; ;1:3-6., 2009.

BJØRNDAL L. Endodontic treatment: reasons prevention and quality-shaping factors. **Det Samfundsvidenskabelig Fakultets reprottryk**, 2011.

DEMANT S, MARKVART M, BJØRNDAL L. Quality-Shaping Factors and Endodontic Treatment amongst General Dental Practitioners with a Focus on Denmark. **Int J Dent.** ;526137, 2012.

BUCHGREITZ J, BUCHGREITZ M, BJØRNDAL L. Guided Endodontics Modified for Treating Molars by Using an Intracoronal Guide Technique. **J Endod**, 45(6):818-823, 2019.

BUCHGREITZ J, BUCHGREITZ M, MORTENSEN D, BJØRNDAL L. Guided access cavity preparation using cone-beam computed tomography and optical surface scans - an ex vivo study. **International Endodontic Journal** 49, 790–5, 2016.

ZEHNDER MS, CONNERT T, WEIGER R, KRSTL G, KUHL S. Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation and root canal location. **International Endodontic Journal** 49, 966–72, 2016.

SCHNEIDER D, MARQUARDT P, ZWAHLEN M, JUNG RE. A systematic review on

the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry. **Clinical Oral Implants Research** 20 Suppl 4, 73–86, 2009.

TAHMASEB A, WISMEIJER D, COUCKE W, DERKSEN W. Computer technology applications in surgical implant dentistry: a systematic review. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants** 29 Suppl, 25–42, 2014.

CONNERT T, ZEHNDER MS, WEIGER R, KUHL S, KRASTL G. Microguided Endodontics: Accuracy of a Miniaturized Technique for Apically Extended Access Cavity Preparation in Anterior Teeth. **Journal of Endodontics** 43, 787–90, 2014.

ACKERMAN S, AGUILERA FC, BUIE JM ET AL. Accuracy of 3-dimensional-printed Endodontic Surgical Guide: A Human Cadaver Study. **Journal of Endodontics** 45, 615–8, 2019.

ALBDOUR EA, SHAHEEN E, VRANCKX M, MANGANO FG, POLITIS C, JACOBS R. A novel in vivo method to evaluate trueness of digital impressions. **BMC Oral Health** 18, 117, 2018.

ZUBIZARRETA MACHO Á, FERREIROA A, RICO-ROMANO C, ALONSO-EZPELETA LÓ, MENA-ÁLVAREZ J. Diagnosis and endodontic treatment of type II dens invaginatus by using cone-beam computed tomography and splint guides for cavity access: a case report. **Journal of the American Dental Association** 146, 266–70, 2015.

AHN SY, KIM NH, KIM S, KARABUCAK B, KIM E. Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing-guided Endodontic Surgery: Guided Osteotomy and Apex Localization in a Mandibular Molar with a Thick Buccal Bone Plate. **Journal of Endodontics** 44, 665–70, 2018.

GIACOMINO CM, RAY JJ, WEALLEANS JA. Targeted Endodontic Microsurgery: A Novel Approach to Anatomically Challenging Scenarios Using 3-dimensional-printed Guides and Trepine Burs-A Report of 3 Cases. **Journal of Endodontics** 44, 671–7, 2018.

LARA-MENDES STO, BARBOSA C DE FM, SANTA-ROSA CC, MACHADO VC. Guided Endodontic Access in Maxillary Molars Using Cone-beam Computed Tomography and Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing System: A Case Report. **Journal of Endodontics** 44, 875–9, 2018a.

SHI X, ZHAO S, WANG W, JIANG Q, YANG X. Novel navigation technique for the endodontic treatment of a molar with pulp canal calcification and apical pathology. **Australian Endodontic Journal** 44, 66–70, 2018.

ÇAPAR İD, UYSAL B, OK E, ARSLAN H. Effect of the size of the apical enlargement with Rotary instruments, single-cone filling, post space preparation with drills, fiber post removal, and root canal filling removal on apical crack initiation and propagation. **Journal of Endodontics** 41, 253–6, 2015.

CONNERT T, ZEHNDER MS, WEIGER R, KÜHL S, KRÄSTL G. Microguided Endodontics: Accuracy of a Miniaturized Technique for Apically Extended Access Cavity Preparation in Anterior Teeth. **J Endod.**;43(5):787-790, 2017.

CONNERT T, ZEHNDER MS, AMATO M, WEIGER R, KÜHL S, KRÄSTL G. Microguided Endodontics: a method to achieve minimally invasive access cavity preparation and root canal location in mandibular incisors using a novel computer-guided technique. **Int Endod J.** 51(2):247-255, 2018.

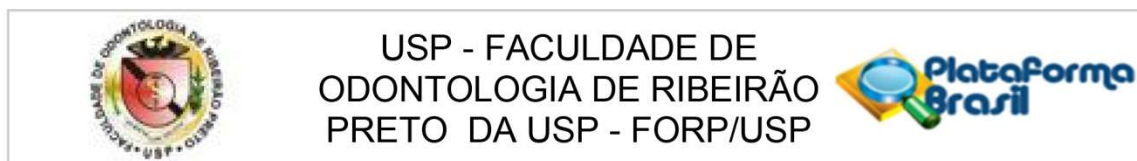




**Anexo**

---



**ANEXO 1 - DOCUMENTO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Avaliação da precisão e do desgaste de diferentes instrumentos utilizados no tratamento endodôntico guiado

**Pesquisador:** CASSIANO RICARDO FERREIRA PIRES

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 31442320.0.0000.5419

**Instituição Proponente:** Universidade de Sao Paulo

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 4.253.832

**Apresentação do Projeto:**

Os pesquisadores informaram que o objetivo do estudo será avaliar por meio de microtomografia computadorizada, as alterações bidimensionais de área e perímetro, tridimensionais do volume e precisão de dois diferentes instrumentos endodônticos analisando a trajetória da fresa durante o tratamento endodôntico guiado. Serão avaliadas duas fresas, uma com de 1mm de diâmetro e outra com 0.8mm, de diferentes fabricantes. Para o presente estudo, serão selecionados vinte incisivos inferiores que apresentavam calcificação pulpar. A seleção será feita por meio de tomografia computadorizada cone beam Prexion.

Inicialmente será realizada uma tomografia computadorizada dos elementos, após isso, as imagens serão reconstruídas e analisadas para obtenção dos parâmetros iniciais (pré-instrumentação). Os elementos serão fixados em uma mandíbula e será utilizado um escâner intra oral em conjunto com uma tomografia computadorizada para o desenho de uma guia cirurgica para definir a trajetória da fresa. Após a instrumentação até o ponto estabelecido, nova tomografia será realizada para comparar o resultado após a instrumentação do elemento com os dados obtidos inicialmente. O

estudo terá dois grupos experimentais: Fresa DSP (DSP) e Fresa Munce (FM) (n=20). Os dados obtidos serão submetidos à análise estatística para avaliar com grau significância entre os grupos testados.

**Endereço:** Avenida do Café s/nº

**Bairro:** Monte Alegre

**CEP:** 14.040-904

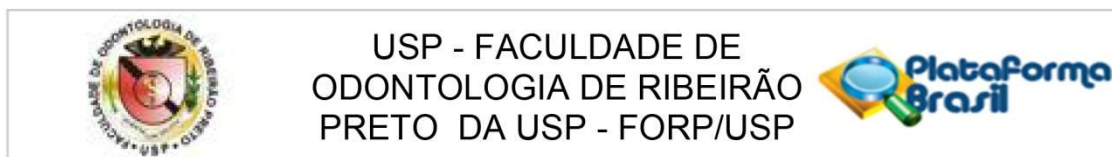
**UF:** SP

**Município:** RIBEIRAO PRETO

**Telefone:** (16)3315-0493

**Fax:** (16)3315-4102

**E-mail:** cep@forp.usp.br



Continuação do Parecer: 4.253.832

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo do estudo será avaliar precisão e o desgaste provocado pelas fresas DSP Drill (DSP) 1.0 mm e Munce Drill (FM) 0.8mm utilizadas durante a realização de acesso endodôntico guiado.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

A pesquisa proposta não apresenta riscos, uma vez que serão utilizados elementos dentários previamente extraídos (ex vivo)

Benefícios:

Se validado o modelo de cirurgia endodôntica guiada utilizando as fresas propostas, procedimentos de grande complexidade serão substancialmente auxiliados pela técnica.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto está apresentado de forma correta, cumpre todas as normativas estabelecidas pelo CEP da FORP/USP e CONEP.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Adequados. O projeto está apresentado de forma correta, cumpre todas as normativas estabelecidas pelo CEP da FORP/USP e CONEP. Pesquisa relevante para a área da odontologia, apresenta referências bibliográficas atualizadas e os pesquisadores são plenamente habilitados para o desenvolvimento do projeto em tela.

**Recomendações:**

Aprovado.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Projeto de pesquisa aprovado.

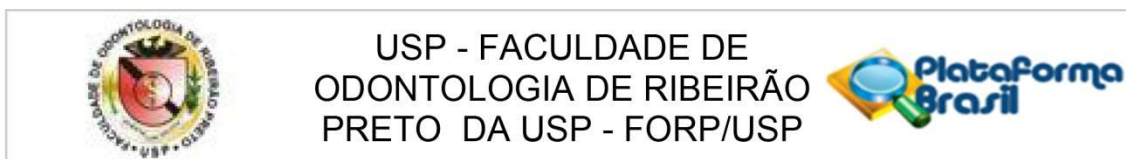
**Considerações Finais a critério do CEP:**

Projeto aprovado conforme deliberado na 239ª Reunião Ordinária do CEP/FORP de 31/08/2020.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1538084.pdf	26/08/2020 10:19:58		Aceito
Folha de Rosto	FR.pdf	05/06/2020 12:15:23	CASSIANO RICARDO	Aceito

**Endereço:** Avenida do Café s/nº  
**Bairro:** Monte Alegre **CEP:** 14.040-904  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3315-0493 **Fax:** (16)3315-4102 **E-mail:** cep@forp.usp.br



Continuação do Parecer: 4.253.832

Folha de Rosto	FR.pdf	05/06/2020 12:15:23	PIRES	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	biobanco.pdf	24/04/2020 14:49:06	CASSIANO RICARDO FERREIRA PIRES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	aut_infra.docx	14/04/2020 15:36:06	CASSIANO RICARDO FERREIRA PIRES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Quali2a.docx	09/04/2020 16:05:42	CASSIANO RICARDO FERREIRA PIRES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIBEIRAO PRETO, 02 de Setembro de 2020

---

**Assinado por:**  
**Simone Cecilio Hallak Regalo**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Avenida do Café s/nº  
**Bairro:** Monte Alegre **CEP:** 14.040-904  
**UF:** SP **Município:** RIBEIRAO PRETO  
**Telefone:** (16)3315-0493 **Fax:** (16)3315-4102 **E-mail:** cep@forp.usp.br