

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**JULIANO GONÇALVES MIGUEL**

---

**DETECÇÃO DE ALTERAÇÃO DO VOLUME DA CAVIDADE  
PULPAR APÓS MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA POR MEIO DE  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

---

**Goiânia  
2016**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
FACULDADE DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**JULIANO GONÇALVES MIGUEL**

**DETECÇÃO DE ALTERAÇÃO DO VOLUME DA CAVIDADE PULPAR  
APÓS MOVIMENTAÇÃO ORTODÔNTICA POR MEIO DE  
TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós – Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

**Área de concentração:**

Patologia, Clínica e Tratamento das doenças humanas.

**Orientadora** – Profa. Dra. Ana Helena G. Alencar

**Co-orientador** – Prof. Dr. Carlos Estrela

Goiânia

2016

**Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina  
da Universidade Federal de Goiás**

**BANCA EXAMINADORA DA DISSERTAÇÃO**

**Aluno: Juliano Gonçalves Miguel**

**Orientadora: Profa. Dra. Ana Helena G. Alencar**

**Co-orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela**

**Membros:**

- 1. Profa. Dra. Ana Helena G. Alencar**
- 2. Prof. Dr. Carlos Estrela**
- 3. Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**
- 4. Prof. Dr. Daniel de Almeida Decúrcio (Suplente)**
- 5. Prof. Dr. Júlio Almeida Silva (Suplente)**

**DEDICATÓRIA**

**Dedico este trabalho aos meus Pais, Abidala e Sandra; minha irmã, Marianna; minha querida Heloísa, fonte de apoio e de incentivo a todo momento; e não menos importante, aos meus amigos, que sempre estiverem ao meu lado. Obrigado por tudo que fizeram e fazem por mim!**

## AGRADECIMENTOS

### A DEUS,

*Meu amado Deus, eu sou muito grato por este presente maravilhoso que é a vida! Agradeço também pelas pessoas que o Senhor colocou em meu caminho. Algumas delas me inspiram, me ajudam, me desafiam e me encorajam a ser cada dia melhor.*

*Eu Te agradeço, Senhor, por todas as coisas boas e más que me aconteceram. Cada uma delas, ao seu modo, me fizeram chegar onde eu cheguei, e me fizeram ser quem eu sou. Foi a minha jornada de tropeços, vitórias e derrotas, que me fez enxergar o verdadeiro significado e beleza da vida.*

*Obrigado senhor!*

*Aos Meus pais, Abidala e Sandra, por todo amor que me foi dado desde o dia que nasci até hoje, pela incondicional forma de cuidar e querer bem. Pelo possível e pelo impossível que foi feito para que houvesse um lar com paz, oportunidades e ensinamentos. Por todo esforço para que não faltasse saúde, educação e principalmente muito amor.*

*A minha irmã, Marianna, cuja convivência as vezes turbulenta, mas que nunca me faltou a mão amiga, a melhor das amigas. Tenho em ti a certeza de uma eterna amizade, um porto seguro a qual posso contar e fornecer.*

*A minha querida companheira Heloísa, que apareceu em meio a todo este processo, aceitou e entendeu tudo, e não mediu esforços para me ajudar e me ver bem. Você foi a luz e a calma dos momentos difíceis. A ti a eterna gratidão por tudo.*

*A minha grande avó Bárbara, a famosa Dona Bitá, que sempre representou um grande exemplo de coragem e amor a vida. Lutou e luta muito para ver crescer aqueles que ela ama, e ainda que em dias de fraqueza sempre demonstra muita vida e grande sabedoria.*

*A minha grande orientadora, Prof. Ana Helena; que aceitou e entendeu várias das minhas falhas para com ela, que me incentivou em todos os momentos, acreditou em meu potencial. Professora, espero poder honrar tudo que me foi ensinado, e honrar com este trabalho a honra que me foi dada estar e conviver por todo este tempo contigo. Sua paz e sua luz são especiais, a senhora é um anjo, e que hoje dou valor ao tudo que aprendi ao seu lado.*

*Ao grande mestre, Prof. Carlos Estrela; que é uma grande fonte de inspiração ao que é fazer e viver ciência. Você sem dúvida será sempre um grande exemplo a ser seguido. Além de grande professor, me foi amigo em muitos momentos, me dando ensinamentos para a vida, cujos quais eu nunca esquecerei. Obrigado professor, sua amizade é um dos grandes presentes de Deus que pude receber ao longo dessa jornada.*

*Ao Prof. Daniel Decúrcio, pessoa que tive a honra de conhecer e admirar fora dos meios acadêmicos, como amigo e como pessoa; mas que me mostrou um lado ainda mais grandioso de seu ser, o professor. Carrego hoje, ao fim dessa etapa, um enorme respeito e admiração por tudo que você construiu com muito suor e hombridade. Obrigado por mais essa oportunidade de convivência, e por todas as várias vezes que me ajudou.*

*Aos funcionários do Programa de Pós Graduação da Faculdade de Odontologia, e do Programa de Pós Graduação da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás; em especial a Valdecina e Glaucia, por todos os socorros dados.*

*Aos professores das disciplinas assistidas, vocês são parte fundamental, e tiveram grande contribuição com seus ensinamentos.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa.*

*Aos meus amigos da pós-graduação, os ativos ou os que já encerraram seus estudos. TODOS vocês estarão para sempre comigo, em meu coração. Seus*

*ensinamentos e convivência são impossíveis de se agradecer. A cada um fica um enorme beijo, e a eterna gratidão, podem sempre contar comigo.*

*Aos amigos e colaboradores da ABO-GO, cujo convívio soma-se quase 10 anos; podendo ajuda-los assim como vocês sempre me ajudaram.*

*Aos amigos e colaboradores da Interface, cuja sociedade se formou no mesmo momento da construção do mestrado, entendendo minhas ausências, e minhas dificuldades.*

*Destaco em especial, amizades que carrego um enorme amor;*

*Sara, Patrícia e Denise, deixo aqui uma profunda admiração pelo exemplo de como um pós-graduando deve ser. Não menos, são exemplos de amizades, de companheirismo e do que posso dizer como exemplo de solidariedade com um grupo. São, também, grandes amizades que levo no meu coração como um presente de Deus.*

*Alessandro, Caixeta, Luis Eduardo, Gustavo e Giulliano, vocês foram presentes que o programa me deu que levarei por toda minha vida. Obrigado pelas incontáveis ajudas, pelas incontáveis vezes que me socorreram. Vocês são pessoas especiais, e é uma honra poder te-los como amigos.*

*Ao grande Mestre, Luis Fernando, que tive a oportunidade de conviver por 4 anos, desde a minha especialização até hoje. Tive a oportunidade de aprender e ajudar com o pouco que dispunha. Obrigado professor, seus ensinamentos serão sempre fonte de inspiração para o que é ser um professor, ser um cirurgião, ser um amigo.*

*Rafael e Amin, tudo que construí nessa jornada foi espelhando em vocês, como amigos, como professores, como profissionais. Te-los como amigos, compartilhando de conhecimento, é uma das maiores honras que Deus poderia ter me dado. Espero poder honrar toda essa amizade, essa irmandade...*

*Alex, meu grande sócio, meu grande irmão, meu querido amigo, me faltam palavras para descrever tudo que o sinto por você, um dia espero poder demonstrar em atos tudo que você representa em minha vida. Obrigado meu querido, muito obrigado!*

*Grande parte dessa conquista é sua.*

## SUMÁRIO

---

|   |               |
|---|---------------|
| <b>LISTA DE FIGURAS E TABELAS.....</b>      | <b>X</b>      |
| <b>SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b> | <b>XI</b>     |
| <b>RESUMO.....</b>                          | <b>XIII</b>   |
| <b>ABSTRACT.....</b>                        | <b>XV</b>     |
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                    | <b>XVII</b>   |
| <b>2 OBJETIVO.....</b>                      | <b>XX</b>     |
| <b>3 MATERIAL E MÉTODO.....</b>             | <b>XX</b>     |
| <b>4 RESULTADOS.....</b>                    | <b>XXIII</b>  |
| <b>5 DISCUSSÃO.....</b>                     | <b>XXVI</b>   |
| <b>6 CONCLUSÃO.....</b>                     | <b>XXXIII</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>      | <b>XXXIV</b>  |
| <b>ANEXO.....</b>                           | <b>XXXVI</b>  |

## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

---

|   |      |
|---|------|
| Figura 1 – Isolamento do volume da cavidade pulpar.....   | XXI  |
| Figura 2 – Volume da cavidade pulpar.....   | XXII |
| Tabela 1 - Média e desvio padrão do volume (mm <sup>3</sup> ) da cavidade pulpar antes e após tratamento ortodôntico..... | XXIV |
| Figura 3 – Gráfico da diferença média do volume da cavidade pulpar com o intervalo de confiança de 95%.....               | XXV  |

## SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

---

|       |   |
|-------|---|
| %     | Porcentagem   |
| &     | “e” comercial   |
| =     | Igual   |
| *     | Asterisco   |
| “     | Aspas   |
| ±     | Varição estatística de desvio padrão (para mais e para menos) |
| ≤     | Menor e Igual   |
| <     | Menor   |
| ≥     | Maior e Igual   |
| >     | Maior   |
| ®     | Marca registrada  |
| °     | Graus   |
| 2D    | Bidimensional   |
| 3D    | Tridimensional  |
| cm    | Centímetro  |
| e     | Erro absoluto   |
| EUA   | Estados Unidos da América                                     |
| FOV   | Field of view   |
| fr(%) | Frequência percentual   |
| fr(a) | Frequência absoluta   |
| IC    | Índice de significância                                       |
| IL    | Illinois ou Ilinóis   |
| Inc   | Incorporation   |
| KVp   | <i>kilovoltage peak</i>                                       |
| mA    | Miliampère  |
| MI    | Michigan  |
| mm    | Milímetros  |
| n     | Amostra   |
| n°    | Número  |
| NAG   | Navegação Axial Guiada  |
| p     | Nível de significância  |

|      |  |
|------|--|
| PA   | Pensilvânia                                |
| S    | Desvio Padrão (fórmula)                    |
| SD   | Desvio Padrão                              |
| TC   | Tomografia computadorizada                 |
| TCFC | Tomografia computadorizada de feixe cônico |
| X    | Média                                      |
| WA   | Washington                                 |
| z    | Intervalo de confiança                     |

## RESUMO

---

**Objetivo:** detectar alteração de volume da cavidade pulpar em dentes submetidos à movimentação ortodôntica por meio de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico(TCFC). **Material e método:** foram selecionadas imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico de dentes de 30 pacientes antes e após tratamento ortodôntico com aparelhos Straight-Wire, prescrição Roth, com canaletas 0,022" x 0,028" e com meta de finalização segundo as seis chaves da oclusão normal. Para aquisição e interpretação inicial das imagens, utilizou-se o software Xoran®. As imagens foram importadas de forma cega para o software ITK-SNAP® para avaliação do volume da cavidade pulpar. A diferença entre o volume (mm<sup>3</sup>) da cavidade pulpar antes e após o tratamento ortodôntico foi avaliada pelo *Teste-t* para amostras pareadas e o nível de significância foi de 5% ( $p < 0,05$ ). **Resultado:** Um total de 601 imagens de dentes foi avaliado, sendo 11 pacientes do gênero masculino e 19 do feminino, com idade média de 13 anos. Em todos os grupos dentários avaliados foi detectada alteração do volume da cavidade pulpar após o tratamento ortodôntico. Em todos os grupos dentários avaliados foi detectada alteração do volume da cavidade pulpar após o tratamento ortodôntico. Nos incisivos laterais superiores direito e esquerdo, nos primeiros e segundos pré-molares superiores esquerdo, no segundo molar superiores esquerdo, nos incisivos central e lateral inferiores esquerdo, nos primeiros e segundos pré-molares inferiores esquerdo, no primeiro pré-molar inferior direito e no segundo molar inferior direito houve aumento significativo ( $p < 0,05$ ) do volume da cavidade pulpar após o tratamento ortodôntico. Os dentes primeiro molar superior direito, primeiro pré-molar superior direito, canino superior direito, segundo molar inferior esquerdo, incisivo central inferior esquerdo e primeiro pré-molar inferior direito apresentaram aumento, porém sem significância estatística. Nos dentes segundo molar superior direito, incisivo central superior direito, canino superior esquerdo, incisivo lateral inferior direito e canino inferior direito houve redução significativa ( $p < 0,05$ ) do volume da cavidade pulpar após o tratamento ortodôntico, enquanto no incisivo central superior esquerdo, segundo pré-molar superior direito, primeiro molar superior e inferior esquerdo e primeiro molar inferior direito não apresentaram significância estatística.

A maior diminuição volumétrica da cavidade pulpar ocorreu no primeiro molar superior direito (10,14 mm<sup>3</sup>) e a menor no incisivo central superior esquerdo (0,30 mm<sup>3</sup>). O maior aumento ocorreu no segundo molar inferior direito (37,06 mm<sup>3</sup>) e a menor foi no canino inferior esquerdo (0,36 mm<sup>3</sup>). **Conclusão:** Houve alteração de volume da cavidade pulpar, detectados por meio de TCFC, em todos os dentes submetidos a tratamento ortodôntico.

**Palavras-chave:** polpa dentária , ortodontia, tomografia computadorizada de feixe cônico

## ABSTRACT

---

### **Change Detection of the pulp cavity volume after orthodontic movement with use of CT cone beam**

**Objective:** Detect volume change of the pulp cavity in teeth submitted to orthodontic movement through Cone Beam Computed Tomography (CBCT). **Methodology:** Were selected images from computed tomography cone beam teeth of 30 patients before and after orthodontic treatment with Straight-Wire Roth prescription devices with channels 0.022 "x 0.028" and finishing second goal six in the normal occlusion keys. For initial acquisition and image interpretation, we used the software Xoran®. The images were imported blindly for ITK-SNAP® software to evaluate the volume of the pulp cavity. The difference between the volume (mm<sup>3</sup>) of the pulp cavity before and after orthodontic treatment was assessed by t-test for paired samples and the significance level was 5% (p <0.05). **Results:** A total of 601 teeth images were evaluated, 11 male patients and 19 female, mean age 13 years. In all evaluated dental groups was detected change in the pulp cavity volume after orthodontic treatment. In all evaluated dental groups was detected change in the pulp cavity volume after orthodontic treatment. The right and left upper lateral incisors, the first and second premolar upper left, in the second molar upper left, the left lower central and lateral incisors, the first and premolars lower left seconds in the first premolar right and in the lower right second molar there was a significant increase (p <0.05) the volume of the pulp cavity after orthodontic treatment. The first upper right molar teeth, maxillary first premolar right, upper right canine, second molar lower left, lower left central incisor and first premolar right had increased, but without statistical significance. In the second upper right molar teeth, central upper right, upper left canine, lateral incisor and canine lower right lower right incisor significant reduction (p <0.05) the volume of the pulp cavity after orthodontic treatment, while in the upper left central incisor second premolar right upper first molar and lower left and lower right first molar were not statistically significant. The largest volumetric decrease of the pulp cavity occurred in the upper right first molar (10.14 mm<sup>3</sup>) and the lowest in the upper left central incisor (0.30 mm<sup>3</sup>). The largest increase occurred in the lower right second molar (37.06 mm<sup>3</sup>) and the lowest was in the lower left canine (0.36

mm<sup>3</sup>). **Conclusion:** There was change in volume of the pulp cavity, detected by CBCT, in all teeth undergoing orthodontic treatment.

**Keywords:** dental pulp, orthodontics, cone beam computed tomography



## 1 INTRODUÇÃO

---

A cavidade pupar consiste na porção interna do dente, limitada em toda sua extensão por dentina, exceto no forame apical, podendo ser subdividida em câmara pulpar e canal radicular. Em seu interior é preenchida por polpa dental, um tecido conjuntivo altamente especializado, ricamente vascularizado e inervado (COHEN *et al.*, 2006).

Com o envelhecimento pulpar acontece a deposição de tecido mineralizado nas paredes dos canais radiculares, que é um processo fisiológico do organismo, e com o passar do tempo acaba diminuindo o espaço pulpar, alterando também seu contorno (FERREIRA *et al.*, 2012).

Durante a rizogênese a deposição de dentina é de cerca de 6,0  $\mu\text{m}/\text{dia}$  e durante a formação de dentina secundária, um processo que acontece durante toda a vida do indivíduo em função da secreção contínua de matriz dentinária pelos odontoblastos, é de cerca de 0,8  $\mu\text{m}/\text{dia}$  (ANDREASEN, 1989).

No entanto, a deposição de dentina não ocorre da mesma forma em todos os dentes, como por exemplo, nos dentes posteriores ela ocorre primeiramente no teto e no assoalho da câmara pulpar em comparação com as outras paredes. Já nos dentes anteriores superiores a deposição ocorre primeiramente nas paredes palatinas, devido os esforços mastigatórios estarem mais concentrados nessa região (FERREIRA *et al.*, 2012).

A descoberta dos raios X por Rontgen em 1895 possibilitou ao longo do tempo o desenvolvimento de ferramentas de diagnóstico, os exames radiográficos (BRAMANTE *et al.*, 1997).

No campo da Odontologia, o primeiro profissional que se dedicou à utilização dos raios X, foi Edmundo Kells. Em 1899, fez uso desta ferramenta para saber o comprimento dos condutos radiculares. (ROSENTHAL, 1995).

No intuito de avaliar a dimensão da cavidade pulpar durante o tratamento ortodôntico, Popp *et al.* (1992) compararam, por meio de imagens radiográficas, o tamanho da cavidade pulpar de indivíduos que realizaram tratamento ortodôntico com indivíduos que não realizaram tratamento ortodôntico e observaram uma diminuição da cavidade pulpar em ambos os grupos, o que levou a interpretarem essa redução como um processo normal do envelhecimento.

Limitações das imagens radiográficas têm sido relatadas. Isso pode ser atribuído à compressão das entidades anatômicas tridimensionais, dificuldades de visualização em virtude da presença de ruído anatômico, problemas com perspectivas temporais e reprodução de imagem, e distorção geométrica dos objetos (LOPES & SIQUEIRA J, 2015).

Cotton *et al.* (2007), já relatavam que a TCFC tinha um grande potencial para se tornar uma ferramenta valiosa na prática endodôntica moderna. Em comparação com a radiografia periapical convencional, essa permite eliminar sobreposição de estruturas vizinhas, proporcionando uma adicional informação clínica relevante.

Do latim *volūmen*, segundo o dicionário Aurélio (2014), volume refere-se à magnitude (ou grandeza) física que expressa a extensão de um corpo em três dimensões (comprimento, largura e altura). A TCFC, tem como principal vantagem frente às radiografias odontológicas a tridimensionalidade.

A reconstrução de áreas anatômicas tridimensionalmente de modo a revelar informações sobre tamanho e forma das estruturas, permitiu que Michetti *et al.* (2010), em seu estudo, validar este exame de imagem como método seguro para avaliar e explorar a anatomia do canal radicular. Obteve como resultado correlações forte para muito forte, entre os dados adquiridos usando o exame de imagem e os dados histológicos de área e diâmetro.

Uma área correlata a cavidade pulpar e que possui impacto clínico de sua abordagem é a Ortodontia. De acordo com Barwick e Ramsay (1996), esta pode provocar vários efeitos sob a polpa dentária, tais como alteração na taxa de oxigênio, obliteração da cavidade pulpar por formação de dentina secundária, reabsorção radicular interna e necrose pulpar.

A fluxometria laser Doppler também viabiliza o estudo das alterações de fluxo pulpar durante a movimentação dentária nas condições clínicas reais, durante longos períodos, que são características dificilmente atingíveis quando outras técnicas de monitoramento do fluxo são usadas. No entanto, a informação disponível na literatura sobre os efeitos da movimentação dentária no fluxo pulpar em humanos por meio da fluxometria laser Doppler ainda é limitada: o efeito de forças intrusivas intermitentes foi estudado por Barwick e Ramsay (1996). O estudo foi realizado em movimentos experimentais descontinuados após um período pequeno de observação, quando comparado ao período médio de reativação das forças

ortodônticas. Não foram encontrados, na literatura relacionada, estudos realizados dentro de condições clínicas reais.

Venkatesh *et al.* (2014), avaliaram 48 pacientes, com exames tomográficos antes e após o tratamento ortodôntico, e neste estudo, mostrou decréscimo do volume da cavidade pulpar. Reforça, assim, que a movimentação ortodôntica tem impacto direto nos tecidos pulpares.

Com o avanço tecnológico na área da radiologia odontológica e a fabricação do tomógrafo volumétrico, surge a possibilidade de avaliação das alterações volumétricas da cavidade pulpar sem necessariamente ter que extrair dentes, realizar estudos histológicos e usar animais.

Ao conhecer com maiores detalhes os sinais radiográficos das reações da polpa dentária frente à movimentação ortodôntica haverá informações importantes para o diagnóstico, prognóstico e análise das lesões. A carência de trabalhos que avaliam alterações volumétricas da cavidade pulpar em humanos, a dificuldade em desenvolver métodos menos invasivos e a evolução da imagiologia na odontologia motivou a realização deste estudo, o qual teve como objetivo determinar por meio de TCFC a alteração do volume da cavidade pulpar em dentes submetidos à movimentação ortodôntica.

## 2 OBJETIVO

---

Detectar alteração de volume da cavidade pulpar em dentes submetidos à movimentação ortodôntica por meio de TCFC.

## 3 MATERIAL E MÉTODO

---

Um estudo piloto foi realizado para cálculo da amostra com  $n=5$  para cada dente. Empregou-se a fórmula  $N = \frac{z^2 + S^2}{e^2}$  delineamento da amostragem, onde “z” significa intervalo de confiança, “S” desvio padrão e “e” erro absoluto.

Essa pesquisa analisou dados quantitativos referentes a alterações do volume da cavidade pulpar de dentes submetidos a tratamento ortodôntico. Os dados foram obtidos em dois momentos diferentes em um mesmo indivíduo, o que caracteriza o estudo transversal e intra-individual (VALLADARES NETO *et al.*, 2000).

Foram selecionados 30 pacientes submetidos a tratamento ortodôntico, tratados ortodonticamente com aparelhos Straight-Wire prescrição Roth (1987) com canaletas 0,022” x 0,028” (Abzil, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil) e com meta de finalização segundo as seis chaves da oclusão normal de Andrews (1989).

Como critérios de inclusão foram consideradas imagens tomográficas de indivíduos tratados ortodonticamente com uso de braquetes pré-ajustáveis prescrição de Roth, presença de má oclusão Classe I de Angle e apinhamento leve a moderado. Foram excluídos do estudo arcadas com dentes ausentes e com dentes com material restaurador, com rizogênese incompleta e com história de traumatismo dentário. Os terceiros molares não foram avaliados. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa local (Universidade Federal de Goiás, Brasil, Parecer nº 392.806, C.A.A.E. nº 19677713.0.0000.5083).

As imagens tridimensionais foram obtidas por meio do tomógrafo I-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA) com os pacientes posicionados adequadamente, com queixo e cabeça estabilizados e vestindo avental plumbífero. O protocolo utilizado foi: 120 kVp, 3.8 mA, voxel de 0.25 mm, FOV de 13 cm e tempo de aquisição de 30 s.

Para aquisição e interpretação inicial das imagens, foi utilizado o software Xoran, versão 3.1.62 (Xoran Technologies, Ann Arbor, MI, EUA) e todos os arquivos foram renomeados e exportados no formato DICOM.

Após convertidas em DICOM e renomeadas aleatoriamente, as imagens foram importadas de forma cega para o software ITK-SNAP, versão 2.4.0 (Filadélfia, Pensilvânia, EUA), para avaliação de volume. Todas as imagens foram submetidas a avaliação por um radiologista experiente.

O volume de cada dente foi segmentado do volume total da aquisição, através da ferramenta “Snake ROI”. Realizou-se um pré-processamento para definir o limiar de isolamento da imagem, baseado em exame criterioso e, após estabelecimento dos limites da cavidade pulpar, o volume correspondente ao espaço da mesma foi preenchido com a utilização da ferramenta “Bubble” no corte sagital, com raio de 1 mm (Figura 1).

Tendo o volume da cavidade pulpar sido destacado, o software através da ferramenta “Volume and Statistics” da guia “Segmentation” permitiu o cálculo numérico, em milímetros cúbicos (Figura 2).

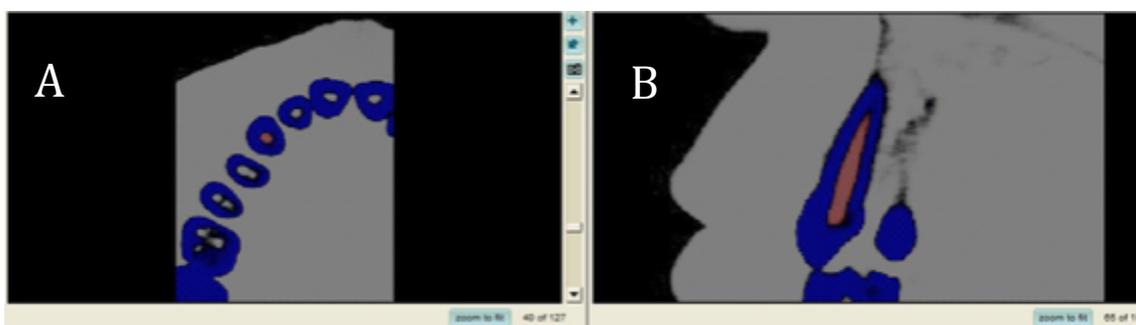


Figura 1 - Isolamento do volume de um canino superior direito com preenchimento do espaço da cavidade pulpar realizado por meio da ferramenta “Bubble”. 1A - Navegação em corte axial. 1B - Navegação em corte sagital

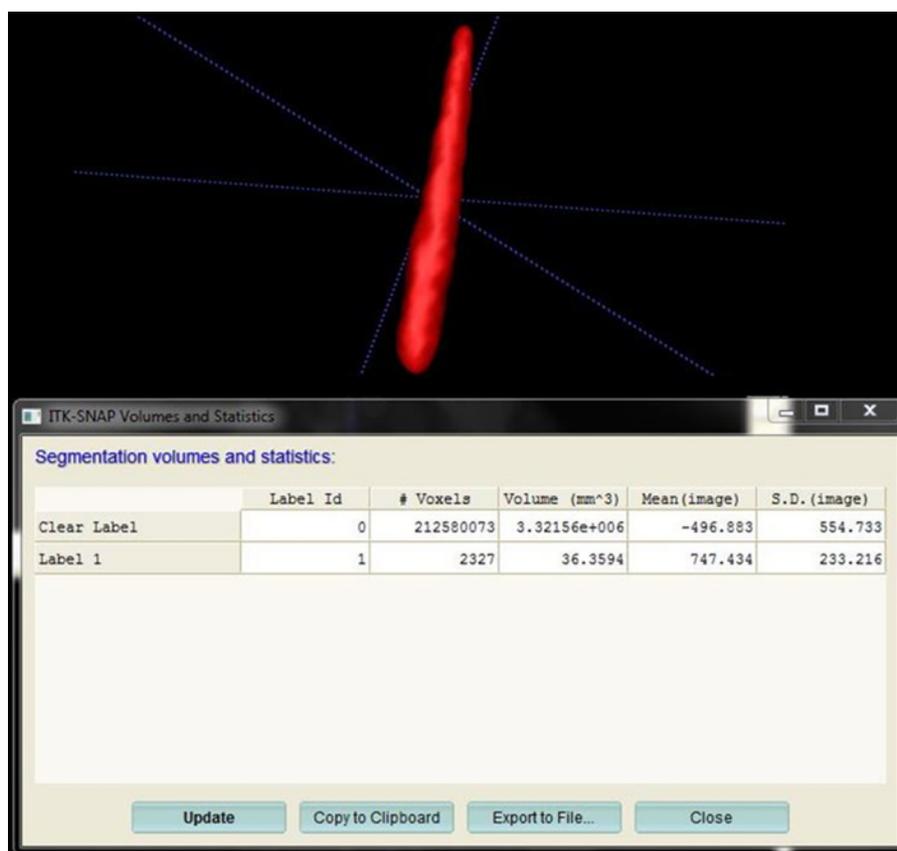


Figura 2 - Volume da cavidade pulpar do canino superior direito (em vermelho) com resultados em voxels e em milímetros cúbicos.

### Análise estatística

A média e desvio padrão do volume (mm<sup>3</sup>) da cavidade pulpar de cada dente antes e após o tratamento ortodôntico foram obtidos e transcritos para uma tabela do *Microsoft Office Excel*® versão 2010. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. A diferença entre os volumes antes e após o tratamento ortodôntico foi avaliada pelo *Teste-t* ( $p < 0,05$ ) para amostras pareadas. A análise estatística foi realizada com o software *Statistical Package for the Social Sciences*, versão 20 (SPSS, Chicago, IL) e o nível de significância de 5%.

### 3 RESULTADOS

---

O cálculo amostral indicou a necessidade de aproximadamente 26 ( $n = 25,96$ ) pacientes para estimar o valor médio populacional com 95% de confiança, erro de  $50 \text{ mm}^3$  (para mais ou para menos) e desvio padrão de  $130 \text{ mm}^3$ . Nesse estudo optou-se por uma amostra conveniente de 30 pacientes, conseqüentemente menor margem de erro e maior confiabilidade dos resultados.

Dos 30 pacientes, 11 pacientes eram do gênero masculino e 19 do feminino, com idade média de 13 anos (11 a 16 anos). Um total de 601 imagens tomográficas de dentes foram avaliadas.

Em todos os grupos dentários avaliados foi detectada alteração do volume da cavidade pulpar após o tratamento ortodôntico. Nos incisivos laterais superiores direito e esquerdo, nos primeiros e segundos pré-molares superiores esquerdo, no segundo molar superiores esquerdo, nos incisivos central e lateral inferiores esquerdo, nos primeiros e segundos pré-molares inferiores esquerdo, no primeiro pré-molar inferior direito e no segundo molar inferior direito houve aumento significativo ( $p < 0,05$ ) do volume da cavidade pulpar após o tratamento ortodôntico. Os dentes primeiro molar superior direito, primeiro pré-molar superior direito, canino superior direito, segundo molar inferior esquerdo, incisivo central inferior esquerdo e primeiro pré-molar inferior direito apresentaram aumento, porém sem significância estatística.

Nos dentes segundo molar superior direito, incisivo central superior direito, canino superior esquerdo, incisivo lateral inferior direito e canino inferior direito houve redução significativa ( $p < 0,05$ ) do volume da cavidade pulpar após o tratamento ortodôntico, enquanto no incisivo central superior esquerdo, segundo pré-molar superior direito, primeiro molar superior e inferior esquerdo e primeiro molar inferior direito não apresentaram significância estatística.

Na Tabela 1 e Figura 3 estão apresentados os dados da diferença do volume da cavidade pulpar obtidos antes e após o tratamento ortodôntico.

Os maiores aumentos volumétricos foram detectados na cavidade pulpar do segundo molar inferior direito e segundo molar superior esquerdo,  $37,06 \text{ mm}^3$  e  $22,67 \text{ mm}^3$ , respectivamente, com diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ). A maior redução de volume da cavidade pulpar foi observada no primeiro molar

superior direito (10,14 mm<sup>3</sup>), enquanto que a menor, foi verificada no incisivo central superior esquerdo (0,30 mm<sup>3</sup>), destes apenas o primeiro resultado tenha apresentado uma diferença estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ).

Tabela 1. Média e desvio padrão do volume (mm<sup>3</sup>) da cavidade pulpar antes e após tratamento ortodôntico

| Volume Pulpar | n  | Antes (mm <sup>3</sup> ) |       | Depois (mm <sup>3</sup> ) |       | P       | Diferença Média (mm <sup>3</sup> ) | IC95% Diferença |        |
|---------------|----|--------------------------|-------|---------------------------|-------|---------|------------------------------------|-----------------|--------|
|               |    | X                        | SD    | X                         | SD    |         |                                    |                 |        |
| Dente 17      | 6  | 57,53                    | 5,39  | 47,39                     | 0,35  | 0,005*  | 10,14                              | 4,64            | 15,63  |
| Dente 16      | 13 | 59,28                    | 16,08 | 64,05                     | 15,71 | 0,213   | -4,78                              | -12,68          | 3,13   |
| Dente 15      | 18 | 35,36                    | 10,91 | 33,37                     | 11,88 | 0,561   | 1,99                               | -5,09           | 9,08   |
| Dente 14      | 21 | 16,24                    | 4,60  | 19,03                     | 8,62  | 0,248   | -2,79                              | -7,68           | 2,10   |
| Dente 13      | 27 | 34,99                    | 6,34  | 38,30                     | 10,37 | 0,146   | -3,31                              | -7,85           | 1,22   |
| Dente 12      | 28 | 17,85                    | 3,82  | 25,26                     | 7,20  | <0,001* | -7,41                              | -10,51          | -4,30  |
| Dente 11      | 28 | 30,89                    | 14,30 | 24,62                     | 5,77  | 0,043*  | 6,26                               | 0,20            | 12,33  |
| Dente 21      | 28 | 27,11                    | 7,44  | 26,81                     | 5,21  | 0,868   | 0,30                               | -3,41           | 4,02   |
| Dente 22      | 29 | 21,54                    | 6,10  | 25,88                     | 7,46  | 0,023*  | -4,35                              | -8,04           | -0,66  |
| Dente 23      | 26 | 34,48                    | 2,39  | 27,06                     | 10,47 | 0,001*  | 7,42                               | 3,20            | 11,65  |
| Dente 24      | 22 | 19,61                    | 5,83  | 26,67                     | 10,96 | 0,005*  | -7,06                              | -11,77          | -2,35  |
| Dente 25      | 18 | 19,83                    | 3,89  | 29,34                     | 10,06 | 0,002*  | -9,51                              | -15,04          | -3,98  |
| Dente 26      | 13 | 42,22                    | 8,24  | 40,24                     | 17,55 | 0,752   | 1,97                               | -11,32          | 15,27  |
| Dente 27      | 11 | 55,69                    | 4,66  | 78,36                     | 13,45 | <0,001* | -22,67                             | -30,75          | -14,59 |
| Dente 37      | 11 | 42,08                    | 0,99  | 43,66                     | 10,80 | 0,639   | -1,58                              | -8,84           | 5,69   |
| Dente 36      | 15 | 70,93                    | 21,31 | 67,51                     | 8,06  | 0,554   | 3,42                               | -8,67           | 15,50  |
| Dente 35      | 25 | 25,25                    | 6,31  | 37,67                     | 15,29 | 0,001*  | -12,42                             | -18,92          | -5,92  |
| Dente 34      | 26 | 13,73                    | 4,69  | 18,78                     | 5,59  | 0,001*  | -5,05                              | -7,67           | -2,44  |
| Dente 33      | 26 | 31,63                    | 6,57  | 21,30                     | 6,21  | <0,001* | -0,36                              | -1,50           | 104,72 |
| Dente 32      | 29 | 13,95                    | 2,52  | 22,46                     | 11,04 | 0,001*  | -8,52                              | -13,07          | -3,96  |
| Dente 31      | 27 | 6,72                     | 1,32  | 8,44                      | 2,29  | 0,004*  | -1,73                              | -2,84           | -0,61  |
| Dente 41      | 27 | 6,60                     | 2,18  | 7,01                      | 1,90  | 0,468   | -0,41                              | -1,55           | 0,73   |
| Dente 42      | 29 | 14,12                    | 3,66  | 11,30                     | 1,98  | 0,002*  | 2,82                               | 1,15            | 4,49   |
| Dente 43      | 27 | 28,84                    | 8,03  | 23,15                     | 8,33  | 0,012*  | 5,69                               | 1,38            | 10,00  |
| Dente 44      | 26 | 13,61                    | 4,07  | 29,04                     | 13,85 | <0,001* | -15,44                             | -21,62          | -9,25  |
| Dente 45      | 26 | 24,61                    | 8,40  | 25,78                     | 7,57  | 0,585   | -1,17                              | -5,52           | 3,18   |

|          |     |       |       |       |       |         |        |        |        |
|----------|-----|-------|-------|-------|-------|---------|--------|--------|--------|
| Dente 46 | 13  | 52,92 | 32,59 | 47,63 | 13,60 | 0,646   | 5,30   | -19,20 | 29,79  |
| Dente 47 | 6   | 36,45 | 8,81  | 73,51 | 5,81  | 0,001*  | -37,06 | -50,88 | -23,25 |
| Total    | 601 | 31,49 | 7,55  | 31,98 | 8,83  | <0,001* | -1,49  | -3,47  | -1,10  |

\*  $P < 0,05$

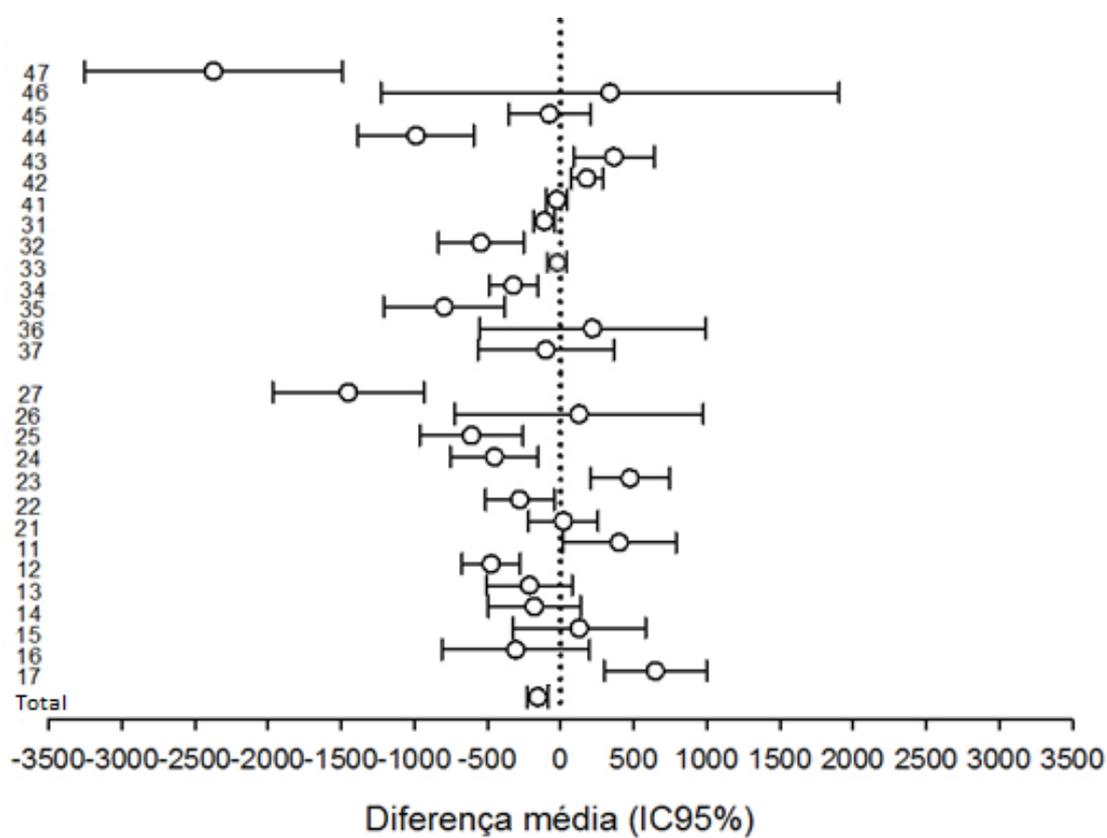


Figura 3 - Gráfico da diferença média do volume da cavidade pulpar com o intervalo de confiança de 95%

## 4 DISCUSSÃO

---

A terapia ortodôntica envolve a aplicação de uma força no intuito de se obter uma movimentação dentária. Essa força, quando aplicada dentro do limite fisiológico, gera uma resposta pulpar e periodontal também fisiológica. Alguns trabalhos, no entanto, mostram que essa movimentação pode induzir uma reação tecidual adversa, destacando-se dentre outras, as alterações pulpares, mais especificamente a diminuição do volume da cavidade pulpar (BAUMRIND *et al.*, 1996; CASA *et al.*, 2001).

Vários estudos foram realizados avaliando o aspecto dimensional da polpa e suas consequências na cavidade pulpar como resposta tecidual ao tratamento ortodôntico. Um linha sugere que a movimentação ortodôntica pode produzir uma injúria a polpa dentária (MOSTAFA *et al.*, 1991; VON BOHL *et al.*, 2004). Contudo, Popp *et al.* (1992) e Hamilton, Gutmann (1999) relataram que as forças aplicadas na movimentação ortodôntica causam um dano pulpar mínimo, sendo que, para os autores, a maioria das alterações no suprimento sanguíneo da polpa dentária, como resultado de um tratamento ortodôntico, são reversíveis. Estes sugerem portanto que não consiste no tratamento o causador da injúria, mas sim na força aplicada pelo mesmo.

Santamaria Jr *et al.* (2007) avaliaram alterações pulpares em molares de ratos movimentados com amplitude de força de 0,4N. Os resultados mostraram alteração da camada de odontoblastos com hipertrofia dessas células da polpa coronária; edema no tecido conjuntivo pulpar, evidenciado na região central da polpa; alteração vascular, com acúmulo de eritrócitos e leucócitos dentro da luz dos vasos, principalmente na raiz mesial do dente movimentado. Essas alterações foram menos evidentes no período de 72 horas. Dessa forma, os autores concluíram que o movimento dentário provoca alterações pulpares teciduais compatíveis com o processo inflamatório, as quais são reversíveis se a agressão não ultrapassar o limite de tolerância do tecido. Resultados semelhantes foram encontrados por Grunheid *et al.*, (2007).

Um grupo de estudos concentrou-se em avaliar a influência da terapia ortodôntica na polpa dentária concentram-se em alterações histológicas Anstending; Kronman, (1972); Derringer *et al.*, (1996); Santamaria Jr *et al.*, (2006). Esses

estudos são conduzidos em apenas um momento do tratamento ortodôntico, geralmente em dentes extraídos por indicação do próprio tratamento planejado, o que impede uma avaliação prospectiva das alterações pulpares condizentes com o tratamento finalizado. Desta forma não se tem como afirmar qual o grau de reversibilidade das lesões apresentadas, podendo apenas sugerir tal relação de causa/efeito.

Com intuito de estudar as alteração de volume, estudos que avaliam este aspecto pulpar antes e depois a realização do tratamento ortodôntico são de suma importância. Grande parte dos estudos feitos com este objetivo, utilizam as radiografias periapicais e panorâmica para análise dessa dimensão pulpar, o que possui uma desvantagem por realizar uma avaliação bidimensional(2D) de uma estrutura que é tridimensional (3D). Com o uso das TCFC, a reconstrução 3D permitiu uma melhor análise da alteração do volume pulpar (VENKATESH *et al.*, 2014).

As alterações dimensionais também podem se desenvolver de forma patológica em resposta a uma agressão ao complexo dentina-polpa como por exemplo cáries, doença periodontal ou trauma (PIATELLE, 1992).

Outros estudos afirmam que a principal causa das obliterações pulpares são os traumas e geralmente são explicados como uma reação de uma polpa vital a estas agressões (ROBERTSON, 2000; MCCABE, 2012). Cerca de 4-24% dos dentes que sofreram traumas vão desenvolver obliteração pulpar, que é caracterizado pela perda radiográfica do espaço pulpar e a coloração amarelada da porção coronária do dente (MCCABE, 2012).

Dentes com obliteração devem ser monitorados anualmente para avaliação se há necessidade de realizar tratamento endodôntico radical, que só é realizado em casos de rarefação periapical, testes térmicos negativos e dor a percussão, o que vários estudos comprovam que são as minorias dos casos (OGINNI, 2009; ROBERTSON, 2000; MCCABE, 2012).

Uma avaliação histopatológica do tecido pulpar de dentes portadores de obliteração do canal radicular pós-traumática demonstrou que, embora estas polpas apresentassem características de senilidade, não demonstravam sinais de inflamação ou necrose (LUNGBERG & CVEK, 1980).

Segundo um estudo de Bauss *et al.*, (2008), onde foram comparados dentes com obliteração pulpar que foram submetidos a tratamento ortodôntico com dentes com obliteração pulpar que não passaram por tratamento ortodôntico, puderam constatar que dentes com obliteração pulpar que passaram por tratamento ortodôntico são mais susceptíveis a complicações do que aqueles que não foram submetidos a tratamento ortodôntico.

No intuito de avaliar a dimensão da cavidade pulpar durante o tratamento ortodôntico, Popp *et al.* (1992) compararam, por meio de imagens radiográficas, o tamanho da cavidade pulpar de indivíduos que realizaram tratamento ortodôntico com indivíduos que não realizaram tratamento ortodôntico e observaram uma diminuição da cavidade pulpar em ambos os grupos, o que levou a interpretarem essa redução como um processo normal do envelhecimento.

Tal achado está de acordo com os de Venkatesh *et al.* (2014), que avaliaram o volume pulpar de dentes anteriores superiores após o tratamento ortodôntico, por meio de TCFC, e observaram uma redução no volume pulpar significativa em todos os grupos experimentais, mas também, em uma parte considerável do grupo controle, que não foram submetidos a tratamento ortodôntico (canino direito, incisivo lateral esquerdo e direito e incisivo central esquerdo).

No presente estudo, o incisivo central superior direito e inferior esquerdo, todos os incisivos laterais, canino superior esquerdo e inferior direito, primeiro pré-molar superior esquerdo e inferiores, segundo pré-molar superior e inferior esquerdo e segundo molar superior e inferior direito apresentaram resultados estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) em relação a alteração da dimensão pulpar, sendo que apenas os dentes incisivo central superior direito, incisivo lateral inferior direito, canino superior esquerdo e inferior direito e segundo molar superior direito apresentaram uma diminuição do volume da cavidade pulpar estatisticamente significativa. Desta forma, apenas cinco, dos 28 grupos dentários estudados, apresentaram uma redução do volume pulpar.

Para Consolaro (2002), quando a polpa dentária tem seus vasos sanguíneos lesados, mas não rompidos, as suas células podem entrar em intenso estresse, que causa a mudança de seu fenótipo para se adaptarem à nova situação metabólica. Esta mudança de fenótipo, e de função também, é denominada metaplasia e na polpa leva à obliteração pulpar da câmara pulpar e/ou canal radicular.

Simultaneamente haverá produção aleatória de dentina displásica, radiograficamente nota-se um aspecto de completa obliteração do espaço pulpar coronário e/ou radicular.

Ao longo dos anos a polpa pode necrosar, inclusive com lesões periapicais crônicas. Esta situação pode ocorrer nos casos de traumatismos dentários. No entanto, o autor acredita que não devemos considerar a movimentação dentária como pequenos traumatismos, pois a movimentação ortodonticamente obtida não é brusca, não utiliza força excessiva, e mesmo que intensa, ainda assim não produz movimentos rápidos que justifiquem lesão ou rompimento dos vasos sanguíneos na porção apical.

Ainda não há um consenso científico quanto a real relação de causa/efeito da movimentação ortodôntica e as alterações dimensionais da cavidade pulpar. Pode-se, no entanto, sugerir tal relação baseando-se nos estudos já realizados, principalmente naqueles cujo método utilizou TCFC. Ainda sobre este tema, não se pode afirmar que tal injúria é neutralizada ao longo do tempo, baseando-se nas limitações dos estudos histopatológicos encontrados, podendo apenas concluir tal afirmativa quando se convergem os conceitos de lesão por movimentação ortodôntica e traumatismos dentários.

Sabe-se por meio da literatura levantada que o impacto que o movimento ortodôntico tem na cavidade pulpar é por interferir no fluxo sanguíneo. Os principais estudos que objetivaram avaliar este impacto utilizaram a fluxometria por meio do laser Doppler. Usando a fluxometria laser Doppler, Brodin *et al.* (1996) avaliaram o efeito de forças intrusivas e extrusivas em incisivos laterais superiores permanentes de humanos com forças de 2N por um período de 5 minutos, usando dentes contralaterais como controles. Os autores constataram que houve uma redução do fluxo sanguíneo pulpar durante o movimento de intrusão, mas não houve alterações significativas no fluxo pulpar durante o movimento de extrusão. Movimentos ortodônticos experimentais resultaram em alterações de fluxo tanto imediatamente após a aplicação de forças ortodônticas como nos dias seguintes. Mas enquanto os resultados indicam redução de fluxo imediatamente após a aplicação de forças, as alterações observadas nos dias seguintes são contraditórias.

Agravando este cenário, quase a totalidade do conhecimento atual acerca deste tópico vem de experimentos que usaram técnicas de medição de fluxo que

não permitem o acompanhamento contínuo do mesmo indivíduo ao longo do tempo. Como a polpa dental apresenta-se dentro de uma cavidade que não apresenta flexibilidade, alterações no volume de entrada de fluxo do sangue podem acarretar mudanças nos valores da pressão do fluido intersticial, assim um aumento de volume aumenta a pressão do fluido intersticial e vice-versa.

McDonald e Pitt Ford (1994) avaliaram alterações de fluxo pulpar, via fluxometria laser Doppler, de caninos permanentes superiores humanos antes, durante e depois da aplicação de forças (0,5 N), produzidas por uma mola de aço ancorada em um aparelho móvel. Este procedimento visou a retração do canino após a exodontia do primeiro pré-molar superior fazendo parte de um tratamento ortodôntico como um todo. Os registros foram realizados antes e imediatamente após a instalação do aparelho, e nos momentos 24h, 48h, 72h e 96h depois de instaladas as forças. Os autores observaram redução de fluxo sangüíneo pulpar nos primeiros 32 minutos depois de aplicadas as forças, mas nos momentos posteriores investigados, 24h e 48h, o fluxo aumentou, permanecendo acima do valor inicial (antes da força ser aplicada), retornando a valores iniciais em 72 horas. Os registros realizados 96h depois de aplicadas as forças foram descartados, decorrente da elevada dispersão de valores nos registros, provavelmente originada de erros no posicionamento da sonda.

Duas possibilidades foram formuladas: compressão dos vasos sangüíneos que adentram e saem do forame apical e anexos e/ou edema na polpa e estrangulamento dos vasos sangüíneos e linfáticos que saem do forame apical.

Não há um consenso relacionando o tipo de movimento realizado com as reações em polpa e cavidade pulpar. Tampouco há um consenso em qual seria a força aplicada para que tal impacto se torne irreversível, levando a danos como a necrose pulpar. Quando relacionamos, então, com as alterações de dimensão da referida cavidade, não há evidências claras do que se pode ter como consequência. Enquanto alguns estudos mostraram redução de volume, o presente estudo demonstrou aumento.

Pode-se entender tal divergência ao analisar os métodos utilizados. Quando se utiliza exames radiográficos para tal avaliação, vale lembrar das limitações dimensionais de superposição de estruturas do mesmo. O volume da cavidade aparentará menor caso haja maior superposição de estruturas adjacentes.

Modificações angulares, do elemento dentário, do posicionador radiográfico e/ou do aparelho de radiografias podem modificar a imagem gerada correspondendo a um resultado diferente do real.

Quando pensa-se no método tomográfico, não houve padronização do presente estudo com os demais, referentes ao tempo de tratamento necessário. Tal diferença implica em maior ou menor impacto das forças sobre as estruturas dentais e periodontais. Não obstante, a formação de dentina reacional a tal estímulo estaria diretamente ligada a intensidade e duração da força, também não padronizadas. O estudo de Venkatesh *et al.*, (2014) apesar de ter como vantagem um grupo controle para, segundo o autor, concluir que a diminuição é fisiológica, porém menor que nos dentes com intervenção ortodôntica, o controle não correspondia ao mesmo indivíduo da amostra. O impacto de tal divergência está nas forças dinâmicas aplicadas seja em oclusão ou fonação de cada indivíduo, não podendo tratar como iguais as condições de força aplicadas sobre o dente.

O estímulo normo-fisiológico da mastigação desencadeia à formação de dentina secundária regular, durante toda a vida do dente. É uma resposta fisiológica à um estímulo físico oclusal. Contrapondo a isso, nota-se que no presente estudo observou resultado que vai em oposição a tal afirmativa. Uma das hipóteses referentes a tal divergência está na ideia de haver uma reabsorção interna da dentina, motivada pela alteração vascular, que pouco a pouco vai cedendo lugar a um tecido de granulação que passará a comprimir as paredes dentinárias, provocando reabsorções. A reabsorção das paredes dentinárias, à semelhança do que ocorre nos outros tecidos duros, faz-se pela presença de dentinoclastos. Como o estímulo demonstra ser reversível, após 72h apenas em estudos em que as forças foram removidas, a constância do estímulo causaria assim um dano transitório, enquanto houver força. Tal teoria necessita de novos trabalhos para ser melhor avaliada, pois não há evidências de sua existência.

Considera-se, uma limitação do estudo a não utilização de grupo controle, representado por uma amostra não submetidos ao tratamento ortodôntico. Portanto, não podemos inferir que o fator de risco para aumento ou diminuição pulpar seja o tipo de movimentação, apenas podendo reafirmar o método como forma de avaliar dimensões da cavidade pulpar.

O avanço da tecnologia resulta em melhores métodos de diagnóstico e melhores planejamentos, tornando menor a possibilidade de fracassos. As intervenções ortodônticas e sua interrelação com outras especialidades, cada vez mais presentes em nossas rotinas clínicas, necessitam de melhores estudos. Sabe-se porém, que podem e são bem vindas todas as intervenções quando feitas seguindo os padrões já estabelecidos com segurança e respaldo científico. Aos efeitos que ainda não estão bem elucidados há necessidade de outros estudos para que haja definição de novas diretrizes e/ou reafirmação do que é implementado na rotina ortodôntica.

## **5 CONCLUSÃO**

---

Baseado na metodologia utilizada houve alteração de volume da cavidade pulpar, detectada por meio de TCFC, em todos os dentes submetidos a tratamento ortodôntico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Andreasen, F.M. Pulp healing after luxation injuries and root fractures in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol*, Copenhagen, v.5, n.3, p.111-131, Jun.1989.
2. Andrews, L.F. **Straight-Wire**: o conceito e o aparelho. San Diego: LA Well; 1989.
3. Anstendig, H.S.; Kronman, J.H. A histologic study of pulpal reaction to orthodontic tooth movement in dogs. *Angle Orthod.*, v.42, p.50-5, 1972.
4. Baratieri, C. et al. Changes of pulp-chamber dimensions 1 year after rapid maxillary expansion. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. v.143, p.471-478, apr. 2013.
5. Barwick, P.J.; Ramsay, D.S. Effect of brief intrusive force on human pulpal blood flow. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. v.110(3), p. 273-9, sep. 1996.
6. Baumrind, S. et al. Apical root resorption in orthodontically treated adults. *American J. Orthod. Dent. Orthop*. v.110, p.311-320, 1996.
7. Bauss, O. The Effect of Pulp Obliteration on Pulpal Vitality of Orthodontically Intruded Traumatized Teeth. *J Endod.*, v. 34, n. 4, April 2008.
8. **Endodontia. Fundamentos Biológicos e Clínicos. Ed. UEL, 2ª ed., Ed. Santos; 1997.**
9. Butcher EO, Taylor AC. The vascularity of the incisor pulp of the monkey and its alteration by tooth retraction. *J Dent Res*. v. 31(2), p.239-47, apr. 1952.
10. Casa, M.A. et al. Root resorptions in upper first premolars after application of continuous torque moment. Intra-individual study. *J. Oro. Orthop*. v.62. p.285-295. 2001.
11. Cohen, S.; Hargreaves, K. M. **Pathways of the Pulp**, Mosby, St. Louis, Mo, USA, 9th edition, 2006.
12. Consolaro, A. Reabsorções dentárias nas especialidades clínicas. Maringá, PR. Dent. Press., 2002.
13. Derringer, K. A. et al. Angiogenesis in human dental pulp following orthodontic tooth movement. *J. Dent. Res.*, v.75, n.10, p.1761-66, 1996.

14. Dhopatkar, A. A. *et al.* British Orthodontic Society, Chapman Prize Winner 2003. A novel in vitro culture model to investigate the reaction of the dentine-pulp complex to orthodontic force. *J Orthod.* v. 32(2), p.122-32, jun. 2005.
15. Ferreira, A. B. H. Aurélio século XXI: o dicionário da Língua Portuguesa. 3. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2014.
16. Ferreira, D.A.B.; *et al.* Alterações Pulpareas com o envelhecimento. In: Endodontia: uma visão contemporânea. São Paulo: Editora Santos, 2012. p. 203-211.
17. Grünheid, T. *et al.* Pulpal cellular reactions to experimental tooth movement in rats. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* v.104, p.434-441, 2007.
18. Hamilton, R.S.; Gutmann, J.L. Endodontic-orthodontic relationships: a review of integrated treatment planning challenges. *Int. Endod. J.*, v.32, n.5, p.343-360, Sept.1999.
19. Lundberg, M., Cvek, M. A light microscopy study of pulps from traumatized permanent incisors with reduced pulpal lumen. *Acta Odontol. Scand.*, v.38, p. 89-94, 1980.
20. Siqueira Jr, J.F.; Lopes, H. P. **Endodontia** - Biologia e Técnica - 4ª ed. Rio de Janeiro, Ed. Elsevier, 2015.
21. McCabe, P. S.; Dummer, P. M. H. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. *International Endodontic Journal*, v. 45, p.177-197, feb. 2012.
22. McDonald, F.; Pitt Ford, T. R. Blood flow changes in permanent maxillary canines during retraction. *Europ.J. Orthod.*, v.16, n.1, p.1-9, 1994.
23. Michetti, J. *et al.* Validation of cone beam computed tomography as a tool to explore root canal anatomy. *J. Endod.* v.36, p.1187-90. 2010.
24. Mostafa, Y.; Iskander, K.G.; El-Mangoury, N.H. Iatrogenic pulpal reactions to orthodontic extrusion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* v. 99(1), p. 30-4, jan. 1991.
25. Nixon, C.E. *et al.* Histomorphometric study of dental pulp during orthodontic tooth movement. *J Endod.* 1993. v.19(1), p.13-6, jan. 1993.
26. Oginni, A. O. Evaluation of radiographs, clinical signs and symptoms associated with pulp canal obliteration: an aid to treatment decision. *Dent Traum tol*, v. 25, p. 620-625, 2009.
27. Piatelli, A. Symmetrical Pulp Obliteration in Mandibular First Molars. *J Endod*, v.18, n. 10, p. 515-516, Oct. 1992.

28. Popp TW, Artun J, Linge L. Pulpal response to orthodontic tooth movement in adolescents: a radiographic study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, v.101, p. 228-33, 1992.
29. Robertson, A. Long-term prognosis of crown-fractured permanent incisors. The effect of stage of root development and associated luxation injury. *Inter J Paediatr Dent*, v. 10, p. 191-199, 2000.
30. Rosenthal, E. Cem anos da descoberta dos raios x 1895-1995. São Paulo, Massao. 1995.
31. Roth, R.H. The straight-wire appliance 17 years later. *J Clin Orthod.*, v.21(9), p. 632-42, sep. 1987.
32. Santamaria Jr. M, Milagres D, Stuani AS, Stuani MBS, Ruellas ACO. Initial changes in pulpal microvasculature during orthodontic tooth movement: a stereological study. *Eur J Orthod.*, v. 28(3), p.217-20, jun. 2006.
33. Stenvick, A.; Mjör, I.A. Pulp and dentine reactions to experimental tooth intrusion. A histologic study of the initial changes. *Am J Orthod.* v.57(4), p.370-85, apr. 1970.
34. Sübay ,R.K. et al. Response of human pulpal tissue to orthodontic extrusive applications. *J Endod.* v.27(8), p.508-11, aug. 2001.
35. Valladares Neto J, Domingues MHMS, Capelloza Filho L. Pesquisa em Ortodontia: Bases para a Produção e a Análise Crítica. *Dent Press J Orthod.* v.5, p.89-105. 2000.
36. Venkatesh, S.; et al. Volumetric pulp changes after orthodontic treatment determined by cone-beam computed tomography. *J. Endodontics.* v40(11); nov. 2014.
37. Von Bohl, M. *et al.* Changes in the periodontal ligament after experimental tooth movement using high and low continuous forces in beagle dogs. *Angle Orthod.*, v. 74, n. 1, p. 16-25, 2004.

**ANEXO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
GOIÁS - UFG

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** DETERMINAÇÃO DA ANGULAÇÃO E INCLINAÇÃO DENTÁRIA POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO EM PACIENTES TRATADOS ORTODONTICAMENTE

**Pesquisador:** IURY OLIVEIRA CASTRO

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 19677713.0.0000.5083

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia

**Patrocinador Principal:** FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 392.806

**Data da Relatoria:** 02/09/2013