

Emanuela Carla dos Santos  
(Organizadora)

# Comunicação Científica e Técnica em Odontologia



**Atena**  
Editora

Ano 2019

Emanuela Carla dos Santos

(Organizadora)

# Comunicação Científica e Técnica em Odontologia

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

C741 Comunicação científica e técnica em odontologia [recurso eletrônico] / Organizadora Emanuela Carla dos Santos. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Comunicação Científica e Técnica em Odontologia; v. 1)

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.  
Modo de acesso: World Wide Web.  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-85-7247-229-6  
DOI 10.22533/at.ed.296190104

1. Dentistas. 2. Odontologia – Pesquisa – Brasil. I. Santos, Emanuela Carla dos. II. Série.

CDD 617.6069

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## **APRESENTAÇÃO**

A Odontologia vem ampliando cada vez mais sua área de atuação dentro do campo da saúde. Hoje aliamos o conhecimento teórico de base às novas tecnologias e técnicas desenvolvidas através de pesquisas para elevar a qualidade e atingir excelência na profissão.

Diante da necessidade de atualização frequente e acesso à informação de qualidade, este E-book, composto por dois volumes, traz conteúdo consistente favorecendo a Comunicação Científica e Técnica em Odontologia.

O compilado de artigos aqui apresentados são de alta relevância para a comunidade científica. Foram desenvolvidos por pesquisadores de várias instituições de peso de nosso país e contemplam as mais variadas áreas, como cirurgia, periodontia, estomatologia, odontologia hospitalar, bem como saúde do trabalhador da Odontologia e também da área da tecnologia e plataformas digitais.

Espero que possam extrair destas páginas conhecimento para reforçar a construção de suas carreiras.

Ótima leitura!

**Prof<sup>a</sup>. MSc. Emanuela Carla dos Santos**

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
OS CONTEÚDOS DE CIRURGIA E TRAUMATOLOGIA BUCOMAXILOFACIAIS NA FORMAÇÃO DO CIRURGIÃO-DENTISTA GENERALISTA	
Karine Angar	
Adair Luiz Stefanelli Busato	
Alan Carlos Corradine Binotto	
Aurelício Novaes Silva Júnior	
Pedro Antônio Gonzáles Hernandez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2961901041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>16</b>
ANSIEDADE EM PACIENTES SUBMETIDOS A EXODONTIA DE TERCEIROS MOLARES: RELAÇÃO ENTRE ANSIEDADE ODONTOLÓGICA E CORTISOL SALIVAR	
Marcus Antonio Brêda Júnior	
Valdemar Mallet da Rocha Barros	
Darklison Pereira Santos	
Fabiola Singaretti de Oliveira	
Ricardo José de Holanda Vasconcellos	
Ricardo Viana Bessa Nogueira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2961901042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>30</b>
INFLUÊNCIA DOS DENTIFRÍCIOS NAS PROPRIEDADES FÍSICA E MECÂNICA DE COMPÓSITOS RESINOSOS	
Mayara Zaghi Dal Picolo	
Suelem Chasse Barreto	
Josué Junior Araujo Pierote	
Carlos Tadeu dos Santos Dias	
Luis Alexandre Maffei Sartini Paulillo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2961901043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>43</b>
MONITORING OF ABFRACTION LESIONS BY CONFOCAL LASER MICROSCOPY METHOD	
Cristiane Aparecida Nogueira Bataglioni	
Flávia Cassia Cabral Rodrigues	
Shelyn Akari Yamakami	
César Bataglioni	
Juliana Jendiroba Faraoni	
Regina Guenka Palma Dibb	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2961901044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>52</b>
ANÁLISE DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL DO ESMALTE DENTAL BOVINO SUBMETIDO A AGENTES CLAREADORES	
Ana Paula Martins Gomes	
Ana Maria Martins Gomes	
Antônio Augusto Gomes	
Elaine Cristina Vargas Dadalto	
Lilian Citty Sarmiento	
Luciana Faria Sanglard	
Renata De Oliveira Guaré	
<b>DOI 10.22533/at.ed.2961901045</b>	

**CAPÍTULO 6 ..... 68**

ANÁLISE DAS PLACAS OCLUSAIS E DA QUALIDADE DE VIDA DE PACIENTES TRATADOS COM DIAGNÓSTICO DE DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR

Lea Maria Franceschi Dallanora  
Camila Karen Fillipiaki  
Analu Buzanello  
Fábio José Dallanora  
Mariana Machado T. de M. Costa  
Leonardo Flores Luthi  
Grasieli de Oliveira Ramos  
Acir José Dirschnabel  
Bruna Eliza de Dea

**DOI 10.22533/at.ed.2961901046**

**CAPÍTULO 7 ..... 79**

DISFUNÇÃO TEMPOROMANDIBULAR EM POLICIAIS MILITARES

Raísa Rebeqa Silva de Araújo  
Lorena Mendes Temotéo Brandt  
Alessandro Leite Cavalcanti

**DOI 10.22533/at.ed.2961901047**

**CAPÍTULO 8 ..... 86**

RAPID PROTOCOL OF LLLT IN PATIENTS WITH MIOFASCIAL PAIN AND MOUTH OPENING LIMITATION: PRELIMINARY RESULTS

Vitória de Oliveira Chami  
Anna Carolina Teixeira Centeno  
Gisele Jung Franciscatto  
Débora do Canto Assaf  
Tatiana Bernardon Silva  
Vilmar Antônio Ferrazzo  
Mariana Marquezan

**DOI 10.22533/at.ed.2961901048**

**CAPÍTULO 9 ..... 92**

AVALIAÇÃO DA PADRONIZAÇÃO DO CALIBRE APICAL DE CONES DE GUTA-PERCHA E O EFEITO DA PERDA DE PESO DESTES CONES APÓS A DESINFECÇÃO POR DIFERENTES LÍQUIDOS

Cássia Bocchino Seleme  
Ana Flávia Pereira Heck  
Elisa Karina Donda  
Maria Isabel Anastacio Faria de França  
Alexandre Roberto Heck  
Egas Moniz de Aragão  
Alessandra Timponi Goes Cruz  
Guilherme Jun Cucatti Murakami

**DOI 10.22533/at.ed.2961901049**

**CAPÍTULO 10 ..... 108**

AVALIAÇÃO IN VITRO DA PRODUÇÃO E EXTRUSÃO DE DEBRIS COM INSTRUMENTOS RECIPROCANTES

Karina Domingues Holzmann  
Tainara Caroline Cogo de Oliveira  
Júlio Cezar Chidoski-Filho  
Fábio André dos Santos  
Aline Cristine Gomes Matta  
Fabrício Rutz da Silva

**CAPÍTULO 11 ..... 122**

DETECÇÃO DO 4º CANAL EM PRIMEIROS MOLARES SUPERIORES UTILIZANDO QUATRO MÉTODOS CLÍNICOS DIFERENTES

Layse Ribeiro Schuster  
Simone Helena Ferreira Gonçalves  
Ana Paula Martins Gomes  
Gabriela Marcelle Almeida Santos  
Carlos Xavier Muniz  
Juliana Boa Sorte de Oliveira

**DOI 10.22533/at.ed.29619010411**

**CAPÍTULO 12 ..... 131**

IMPACTO DE DIFERENTES INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS NA DISTRIBUIÇÃO DE ESTRESSE DURANTE O TRATAMENTO DE CANAIS RADICULARES

Júlia Adornes Gallas  
Shelyn Akari Yamakami  
Igor Bassi Ferreira Petean  
Ana Paula Macedo  
Aline Evangelista Souza-Gabriel  
Manoel Damião de Sousa Neto  
Regina Guenka Palma-Dibb

**DOI 10.22533/at.ed.29619010412**

**CAPÍTULO 13 ..... 144**

MEDIDA DA ACIDEZ E ALCALINIDADE DE PASTAS ENDODÔNTICAS ASSOCIADAS À ALOE VERA

Jorge Pereira Júnior  
Nayane Chagas Carvalho Alves  
Juliana Cordeiro Cardoso  
Diana Santana de Albuquerque  
Maria Amália Gonzaga Ribeiro

**DOI 10.22533/at.ed.29619010413**

**CAPÍTULO 14 ..... 155**

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES BUCAIS, PARÂMETROS SALIVARES, DIETA E HIGIENE ORAL QUANTO AO RISCO DE CÁRIE E EROÇÃO DENTAL EM PACIENTES OBESOS INDICADOS PARA CIRURGIA BARIÁTRICA

Laís Renata Almeida Cezário Santos  
Laís Brandão Nobre  
Ana Clara de Almeida Silva  
Barbara Maria Cavalcante Lôbo  
Geisa Gabriella Rodrigues de Oliveira  
Evanisa Helena Maio de Brum  
Kristiana Cerqueira Mousinho  
Sylvia Amélia Vasconcelos de Albuquerque  
Natanael Barbosa dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.29619010414**

**CAPÍTULO 15 ..... 172**

ODONTOGERIATRIA: SAÚDE BUCAL DE IDOSOS RESIDENTES EM INSTITUIÇÕES FILANTRÓPICAS DE LONGA PERMANÊNCIA

Larissa Raimundi

Ligia Dalastra  
Alice Ribeiro Danielli  
Emanuela Carla dos Santos  
Daniela Faglioni Boleta Ceranto  
Eliana C Fosquiera

**DOI 10.22533/at.ed.29619010415**

**CAPÍTULO 16 ..... 184**

CÁRIE DE RADIAÇÃO – EFEITOS DA RADIOTERAPIA DE CABEÇA-E-PESCOÇO NA DENTINA RADICULAR: IMPLICAÇÕES CLÍNICAS E TERAPÊUTICAS

Marília Mattar de Amoêdo Campos Velo  
Marina Ciccone Giacomini  
Letícia Ferreira de Freitas Brianezzi  
Giovanna Speranza Zabeu  
Rafael Simões Gonçalves  
Cássia Maria Fischer Rubira  
Paulo Sérgio da Silva Santos  
Linda Wang

**DOI 10.22533/at.ed.29619010416**

**CAPÍTULO 17 ..... 199**

EFEITOS DO ALENDRONATO DE SÓDIO NO REPARO ÓSSEO

Fernanda Tiboni  
Suyany Gabrielly Weiss  
Jennifer Tsi Gerber  
Allan Fernando Giovanini  
Rafaela Scariot

**DOI 10.22533/at.ed.29619010417**

**CAPÍTULO 18 ..... 209**

INFLUÊNCIA DA HIPOSSALIVAÇÃO NO PH BUCAL E NA PRESENÇA DE NITRITO NA SALIVA

Amanda Rafaela da Silva Amorim  
Mayara Ricardo Moraes  
Mariana de Lyra Vasconcelos  
Herculano Ramirez Floro Alonso  
Kelly de Moura Ferreira  
Lilianny Querino Rocha de Oliveira  
José de Amorim Lisboa Neto  
Camila Maria Beder Ribeiro Girish Panjwani

**DOI 10.22533/at.ed.29619010418**

**CAPÍTULO 19 ..... 217**

RELAÇÃO ENTRE PH SALIVAR E PRESENÇA DE NITRITO NA CAVIDADE BUCAL ATRAVÉS DA ANÁLISE BIOQUÍMICA DA SALIVA

Amanda Rafaela da Silva Amorim  
Mayara Ricardo Moraes  
Mariana de Lyra Vasconcelos  
Herculano Ramirez Floro Alonso  
Kelly de Moura Ferreira  
José de Amorim Lisboa Neto  
Camila Maria Beder Ribeiro Girish Panjwani

**DOI 10.22533/at.ed.29619010419**



**CAPÍTULO 20 ..... 227**

ANÁLISE BIOQUÍMICA DA SALIVA PARA DETECÇÃO DA PRESENÇA DE NITRITOS

Amanda Rafaela da Silva Amorim  
Mayara Ricardo Moraes  
Mariana de Lyra Vasconcelos  
Herculano Ramirez Floro Alonso  
Kelly de Moura Ferreira  
José de Amorim Lisboa Neto  
Camila Maria Beder Ribeiro Girish Panjwani

**DOI 10.22533/at.ed.29619010420**

**CAPÍTULO 21 ..... 235**

ESTUDO COMPARATIVO DA ESTRUTURA DO FÍGADO ENTRE RATAS JOVENS, ADULTAS E IDOSAS

Andréia Affonso Barretto Montandon  
Eleny Zanella Balducci  
José Paulo de Pizzol Júnior  
Cleverton Roberto Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.29619010421**

**CAPÍTULO 22 ..... 250**

APLICAÇÃO LOCAL DO LÁTEX DA **HANCORNIA SPECIOSA** GOMES A 2.5% NÃO FAVORECE A NEOFORMAÇÃO E NEM A MINERALIZAÇÃO ÓSSEA EM RATOS

Francielly Andressa Felipetti  
Juliana dos Santos Neves  
Ingrid Grazielle Sousa  
Pedro Duarte Novaes

**DOI 10.22533/at.ed.29619010422**

**CAPÍTULO 23 ..... 260**

“AVALIAÇÃO DE CIRURGIA GUIADA DE IMPLANTE INTEGRANDO TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E ESCANEAMENTO ÓTICO PARA FABRICAÇÃO DE GUIA CIRÚRGICO”

Eduardo Mendes de Paula  
Vinícius Fabris  
Fernando Esgaib kayatt  
Flávio Domingues das Neves  
Milena Bortolotto Felipe Silva  
Ricardo Raitz

**DOI 10.22533/at.ed.29619010423**

**CAPÍTULO 24 ..... 269**

CORROSION RESISTANCE AND ANTI-BIOFILM EFFECT OF ROCK ROSE REMEDY: A POTENTIAL PREVENTIVE MEASURE IN IMPLANT THERAPY

Ana Beatriz Sliachticas Monteiro

**DOI 10.22533/at.ed.29619010424**

**CAPÍTULO 25 ..... 283**

IMPLANTES DENTÁRIOS IMEDIATOS INSTALADOS EM ALVÉOLOS INFECTADOS: REVISÃO SISTEMÁTICA DE REVISÕES SISTEMÁTICAS

Olavo Barbosa de Oliveira Neto  
Fabiano Timbó Barbosa  
Célio Fernando de Sousa Rodrigues  
Fernando José Camello de Lima

**DOI 10.22533/at.ed.29619010425**

**CAPÍTULO 26 ..... 296**

AVALIAÇÃO MULTIPROFISSIONAL DO FREIO LINGUAL E DA MAMADA DA DÍADE MÃE-BEBÊ  
RELATO DE EXPERIÊNCIA

Danielly Cunha Araújo Ferreira  
Marília Neves Santos  
Laíza Fernandes Martins  
Marcela Magna Gomes Araújo Godoy  
Camila Raíssa Oliveira Gontijo  
Alessandra Maia de Castro

**DOI 10.22533/at.ed.29619010426**

**CAPÍTULO 27 ..... 311**

DEFEITOS DE DESENVOLVIMENTO DO ESMALTE NA DENTIÇÃO DECÍDUA: AMELOGÊNESE,  
CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS, FATORES ETIOLÓGICOS E PERINATAIS

Elisa Miranda Costa  
Ana Carolina Mendes Pinheiro  
Judith Rafaelle Oliveira Pinho  
Cecília Cláudia Costa Ribeiro  
Erika Bárbara Abreu Fonseca Thomaz

**DOI 10.22533/at.ed.29619010427**

**CAPÍTULO 28 ..... 325**

EFFECT OF ND:YAG LASER AND FLUORIDE TREATMENT ON THE PERMEABILITY OF  
PRIMARY TOOTH ENAMEL

Juliana Jendiroba Faraoni  
Shelyn Akari Yamakami  
Danielle Torres Azevedo  
Juliana dos Reis Derceli  
Walter Raucci Neto  
Regina Guenka Palma-Dibb

**DOI 10.22533/at.ed.29619010428**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 337**

## IMPACTO DE DIFERENTES INSTRUMENTOS ROTATÓRIOS NA DISTRIBUIÇÃO DE ESTRESSE DURANTE O TRATAMENTO DE CANAIS RADICULARES

### **Júlia Adornes Gallas**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo –USP, Departamento de Odontologia Restauradora, Ribeirão Preto, SP.

### **Shelyn Akari Yamakami**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo –USP, Departamento de Odontologia Restauradora, Ribeirão Preto, SP.

### **Igor Bassi Ferreira Petean**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo –USP, Departamento de Odontologia Restauradora, Ribeirão Preto, SP.

### **Ana Paula Macedo**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo –USP, Departamento de Materiais Dentário e Protese, Ribeirão Preto, SP.

### **Aline Evangelista Souza-Gabriel**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo –USP, Departamento de Odontologia Restauradora, Ribeirão Preto, SP.

### **Manoel Damião de Sousa Neto**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo –USP, Departamento de Odontologia Restauradora, Ribeirão Preto, SP.

### **Regina Guenka Palma-Dibb**

Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo –USP, Departamento de Odontologia Restauradora, Ribeirão Preto, SP.

da análise fotoelástica para avaliar o nível de estresse gerado por diferentes instrumentos rotatórios, com diferentes cinemáticas, utilizados durante o tratamento de canais radiculares. Vinte e quatro pré-molares humanos maxilares foram acessados e os canais submetidos ao preparo biomecânico, livre de preparo cervical. As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 4 grupos experimentais (n = 6) de acordo com o sistema utilizado para preparação de canais radiculares: GPT-ProTaper Next(Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK), GOS-OneShape(Micro Mega, Besançon, França). GWO-WaveOne Gold(Dentship Maillefer, Baillagues, Suíça) e GTF-TF Adaptive(SybronEndo, Orange, CA). Um polariscópio de transmissão plana foi utilizado na análise de franjas e todo o procedimento de preparo do canal radicular foi registrado por uma câmera. O método Tardy foi utilizado para quantificar a ordem de franja (n). Verificou-se que todos os grupos promoveram um aumento significativo no nível de estresse dado pelo preparo mecânico dos canais radiculares. Quantitativamente, não houve diferença estatística significativa entre os grupos( $p < 0,05$ ). No entanto, na análise qualitativa, foi observado que os grupos GPT e TF Adaptive causaram níveis mais altos de estresse em comparação com os demais grupos. Assim, o uso da análise fotoelástica resultou em um método consistente para avaliação do

**RESUMO:** Objetivo deste estudo foi o uso

estresse causado pelo tratamento endodôntico. Todos os sistemas utilizados para o preparo dos canais radiculares, independentemente da sua cinemática, resultaram no acúmulo de estresse, porém em diferentes concentrações ao longo da raiz do dente e em níveis distintos de acordo com o instrumento, fatores que podem influenciar no dano ao dente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomecânica, Análise de fotoelasticidade, Distribuição de estresse, Preparo do canal radicular.

**ABSTRACT:** The aim of this study was purposing the use of photoelastic analysis to evaluate the level of stress generated by different rotary instruments, with different kinematics, utilized during root canal treatment. Twenty-four human maxillary premolars were prepared and the canals submitted to the biomechanical preparation, free of cervical preflaring. The samples were randomly assigned to 4 experimental groups (n=6) according to the system used for root canal preparation: GPT–ProTaper Next (Dentsply), GOS–OneShape(Micro Mega), GWO–WaveOne Gold(Dentsply Maillefer) and GTF–TF Adaptive(SybronEndo). A plane transmission polariscope was used in the analysis of fringes and all the root canal preparation procedure was recorded by a digital camera. The *Tardy* method was used to quantify the fringe order(n). It was found that all groups promoted a significant increase in the level of stress by mechanical preparation of canals. Quantitatively, there was no difference statistically significant between the groups( $p<0.05$ ). However, in the qualitative analysis, it was observed that GPT and TF Adaptive instruments can cause higher levels of stress compared with the GWO and GOS. So, the use of photoelastic analysis resulted in a consistent method for evaluation of stress caused by endodontic treatment. All systems used to root canal preparation, independently of your kinematic, resulted in the accumulation of stress, but in different concentrations along the root of the tooth and in distinct levels according to the kinematic instrument, factors that can influence in the damage to the tooth.

**KEYWORDS:** Biomechanics, Photoelasticity analysis, Stress distribution, Root canal preparation.

## 1 | INTRODUÇÃO

A fratura radicular representa um dos grandes dilemas enfrentados na prática odontológica, não só pelo difícil diagnóstico e imprevisibilidade do prognóstico, mas também por ser fonte de frustração tanto para o paciente quanto para o profissional, uma vez que faz com que o sucesso da cirurgia se torne inviável (Kang et al. 2016, Kumar et al. 2015, Segarra et al. 2017). Em relação à etiologia, os elementos dentais mais suscetíveis à fratura são os pré-molares (Kang et al. 2016, Segarra et al. 2017).

Fraturas dentárias podem ser reflexos de pequenos defeitos, como rachaduras e linhas na dentina radicular, que podem se espalhar. Essas rachaduras podem se tornar áreas de concentração de tensão quando as forças são aplicadas durante a

mastigação, progredindo para uma fratura catastrófica ao longo do tempo (Assuncao et al. 2009). Entre os responsáveis pela fragilidade radicular estão o tratamento endodôntico e o restaurador, lesões iatrogênicas (Ashraf et al. 2013, Fuss et al. 2001), preparo inadequado do canal radicular (Ashwinkumar et al. 2014, Barreto et al. 2012), sobrecarga durante condensação de guta-percha (Friedman et al., 1975; Saw et al., 1995) e também, seleção inadequada de técnica para pós-cimentação intra-radicular (Nishimura et al., 2008).

O preparo do canal radicular parece ser um dos fatores que podem gerar irregularidades na raiz (Ashraf et al. 2013), possivelmente por meio do acúmulo de estresse. O uso de instrumentos de níquel-titânio de diferentes cinemáticas no preparo do canal radicular representa um avanço e tem se consolidado cada vez mais, a fim de promover uma preparação mais fácil, rápida e segura (Burklein et al. 2013, Jalali et al. 2015). Isso porque esses instrumentos possuem uma grande flexibilidade e excelente capacidade de corte, mantêm uma posição central constante no canal principal, além de reduzir a concentração de tensões nas paredes radiculares (Brito-Junior et al. 2015, Silva et al. 2016).

No entanto, sabe-se que o tratamento endodôntico enfraquece o elemento dentário, diminuindo a resistência à fratura (Bassir et al. 2013; Sugaya et al. 2015). Assim, para reduzir as taxas de fratura, é importante avaliar como as tensões estão distribuídas sobre o remanescente dentário, no nível coronal e radicular, no caso de instrumentos cinemáticos rotatórios, alternativos e adaptativos. Diversas metodologias estão disponíveis para análise de defeitos e estresse gerados pelos diferentes instrumentos endodônticos, entre eles: microtomografia computadorizada, método de calibração de tensão, teste de carga, análise de elementos finitos e métodos de análise fotoelástica (Singh et al. 2015, Nam et al. 2010, De-Deus et al., 2014, Capar et al., 2014).

O método de análise fotoelástica é uma técnica útil para avaliar o nível e distribuição das tensões, através das quais a medida e direção das forças envolvidas são obtidas ao longo da estrutura da amostra (Kumar et al. 2015). O padrão de distribuição de tensão no modelo fotoelástico é semelhante ao da estrutura real (Mahler et al., 1955), no qual o fenômeno da birrefringência transmite apenas os componentes de onda paralelos aos principais planos de tensão evidenciados por bandas coloridas chamadas franjas. Elas ajudam a visualizar a distribuição completa de tensões ao longo do dente, sem a necessidade de outros métodos analíticos e matemáticos, como no caso do sistema de elementos finitos. Isso explica porque o método continua a ser muito utilizado ainda na indústria, atuando como instrumento de controle de qualidade (Nam et al. 2010).

Considerando que o prognóstico da distribuição das tensões durante o preparo dos canais radiculares não foi completamente elucidado, é importante entender o padrão do defeito e a influência de seu estresse nas estruturas dentárias submetidas ao tratamento endodôntico. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, o nível de estresse gerado e acumulado por diferentes preparações mecânicas dos

canais radiculares por meio da análise fotoelástica.

## **2 | MATERIAIS E MÉTODOS DESENHO EXPERIMENTAL E SELEÇÃO DA AMOSTRA**

O presente estudo foi um estudo fatorial com dois fatores: instrumentação em 4 níveis [GPT - ProTaper Next (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK), GOS - OneShape (Micro Mega, Besançon, França), GWO - WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) e GTF - TF Adaptive (SybronEndo, Orange, CA)] e outro fator foi a região de análise em 4 níveis (coroa dentária - coronal - e terços cervical, médio e apical).

A amostra foi composta por vinte e quatro pré-molares superiores humanos, recentemente extraídos por motivos ortodônticos (aprovação do comitê de revisão institucional: CAAE 62491116.2.0000.5419). Os dentes foram analisados por meio de uma lente de aumento estereoscópica (Nikon Inc. Instrument Group, Melville, NY, EUA) para comprovar a ausência de defeitos estruturais e a formação completa das raízes. Uma análise do nível de estresse ocorreu durante a cinemática de instrumentação diferente, de cada elemento dental (variável quantitativa), e a análise visual dessas tensões foi feita através de vídeos e fotografias do processo de preparo do canal radicular (variável qualitativa).

### **Preparo das amostras**

Foi realizado o acesso no sistema de canais radiculares, sendo que o comprimento de trabalho foi determinado pela inserção de lima tipo K manual no canal radicular até o forame apical e subtraindo 1 mm desta medida. As amostras foram distribuídas aleatoriamente em 4 grupos experimentais (n = 6) de acordo com o sistema utilizado para preparação de canais radiculares: GPT - ProTaper Next (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK), GOS - OneShape (Micro Mega, Besançon, França). GWO - WaveOne Gold (Dentsply Maillefer, Baillagues, Suíça) e GTF - TF Adaptive (SybronEndo, Orange, CA).

### **Preparo das amostras para a análise fotoelástica**

Para obter os modelos fotoelásticos, foram preparados moldes de silicone (Silicon Master, Talladium, Inc., Curitiba, PR, Brasil), todos idênticos (Ø 2mm x 15mm). Os dentes foram fixados nesses moldes utilizando pinos no interior dos canais radiculares, a fim de garantir o posicionamento do bloco de resina perpendicular ao longo eixo do dente. A resina fotoelástica (Araldite GY279 e endurecedor Aradur 2963; Huntsman, Everberg, Bélgica) (proporção de 2: 1) foi manuseada, vertida em moldes e após a polimerização, os mesmos foram removidos e depois alisados para a padronização de dimensões predeterminadas.

## Preparo dos canais radiculares

Os instrumentos ProTaper Next, Reciproc e One shape foram operados no motor X-Smart Plus (Mailefer, Dentsply, Ballaigues, Suíça) e TF Adaptive no motor Elements (SybronEndo, Glendora, CA). O procedimento de modelagem do canal radicular foi realizado pelo mesmo operador, de acordo com as recomendações dos fabricantes para cada sistema de instrumentos. Os instrumentos foram acionados e posicionados no comprimento de trabalho, onde o movimento de bicada e saída foi realizado. Os canais foram irrigados com 2 mL de hipoclorito de sódio a 1% no início e no final do uso de cada instrumento ou após três movimentos de bicada (Zamin et al. 2012).

## Análise fotoelástica

Os modelos fotoelásticos foram analisados por um Polaroscópio de Transmissão Modelo FL200 (GUNT Gerätebau, GmbH, Barsbuettel, Alemanha) e uma câmera digital (Cyber-shot DSC-HX100V, Sony, Tóquio, Japão) foi anexada a um tripé posicionado na frente para registrar situações de interesse. Antes da análise, os modelos fotoelásticos foram inspecionados usando o polaroscópio, ajustado ao modo de polarização circular, para garantir a ausência de tensões. Os blocos foram posicionados perpendicularmente ao solo, e imagens iniciais das amostras foram obtidas antes que o preparo do canal radicular fosse realizado. Os dentes foram instrumentados de acordo com a sequência de cada sistema e somente no final de cada protocolo de instrumentação foram obtidas as imagens finais para análise quantitativa. As imagens obtidas foram examinadas visualmente e a intensidade e localização das tensões foram comparadas subjetivamente, considerando que quanto maior o número e estreitamento das franjas, maior o estresse e a concentração. Na escala de análise qualitativa, a região preta correspondente no modelo representava a ordem de franja 0; a transição violeta-azul, ordem 1; e a transição violeta-verde, ordem 2 (Zaparolli et al. 2017). Além disso, todo o procedimento foi filmado para análise da distribuição de tensão durante a instrumentação. Portanto, além das imagens estáticas no início e no final de cada protocolo, imagens dinâmicas foram analisadas para verificar o comportamento biomecânico de cada instrumento durante o processo. Para a análise quantitativa, os valores de franquias isocromáticas (N) foram usados em cada um dos pontos de leitura, usando o método de compensação de Tardy. Treze pontos foram selecionados para a leitura dos campos de tração: 2 no terço médio da coroa, 2 na região cervical do dente, 4 no terço médio da raiz e 5 na zona apical. A partir do movimento do filtro analisador, determinou-se a ordem de franja nos pontos predeterminados e, utilizando a lei das tensões, definiu-se a tensão máxima de cisalhamento. O estresse e a lei óptica para o modelo fotoelástico plano foram utilizados para determinar a máxima tensão de cisalhamento individual ( $\tau$ ) de cada ponto, em kPa. É representado pela seguinte equação:  $\tau = (n \times K) / (2 \times b)$ , onde (n)

é o valor da ordem de franja no ponto examinado, (K) é a constante óptica da resina fotoelástica ( 3,56 Brewsters) (Aguiar et al., 2012) e (b) é a espessura do modelo fotoelástico em milímetros (10 mm).

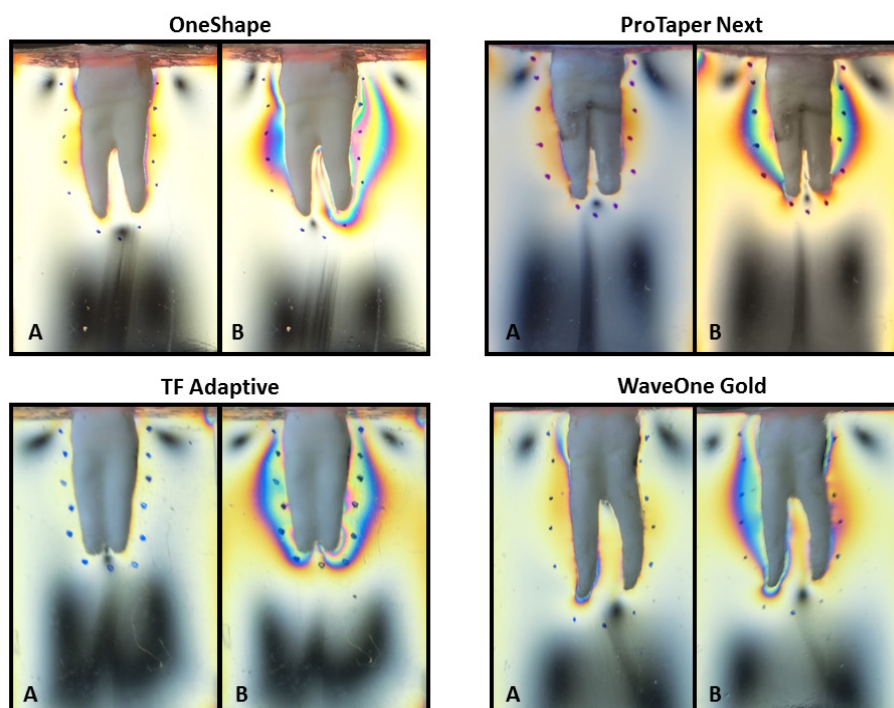
### Análise de dados

Para a análise fotoelástica, os valores finais foram subtraídos dos iniciais e a diferença dos valores obtidos foi utilizada para análise prévia dos dados. Observou-se que os dados não foram normais e homogêneos, sendo utilizados os testes de Kruskal-Wallis, Friedman ANOVA e Sign, e o nível de significância de 5%. Foi utilizado o software SPSS 19 (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA).

## 3 | RESULTADOS

### Análise qualitativa

Na análise estática, em uma comparação das imagens no início e no final de cada protocolo, observou-se que a tensão gerada no GTF foi maior em comparação com os demais grupos (fig. 1). Este é o único a evidenciar a completa formação de franja de ordem dois (transição violeta-verde), localizada na região apical. O segundo grupo com maior nível de estresse foi o GPT, que apresentou o início da formação da franja de ordem dois (violeta) na região média da raiz. O GOS e GWO foram semelhantes na intensidade do estresse gerado, apresentando formação de franja de ordem 1 (violeta-azul). Na análise dinâmica, qualitativamente, observou-se que em todos os grupos, as tensões concentraram-se no nível cervical e médio no início da instrumentação (franja de ordem 2), e no nível apical ao final do processo (franja de ordem 2).





**Figura 1** Antes e depois da instrumentação rotatória do canal radicular Observa-se em One Shape que, antes da análise dos diferentes pontos para cada região e após a instrumentação, as três franjas formadas são ordenadas. No ProTaperNext e TF Adaptive observaram-se alta tensão após a instrumentação. Apenas no WaveOne observa-se menor formação de franjas.

## Análise quantitativa

A análise dos dados observou que não houve diferença significativa entre os sistemas de instrumentação endodôntica ( $p > 0,05$ ) (Tabela 1). Na comparação das regiões, foram observadas diferenças entre a distribuição de tensão na cervical com o ápice e o coronal, e no meio com a região do coronal e apical ( $p < 0,05$ ) (Tabela 2).

Instrumento	Mediana ± SD
GPT (ProTaper Next)	36.42 ± 28.82 (28.51) A
GOS (One Shape)	33.33 ± 30.05 (24.13) A
GWO (Wave One Gold)	36.06 ± 34.65 (20.70) A
GTF (TF Adaptive)	48.74 ± 30.63 (40.91) A

Tabela 1 Média/mediana da distribuição das tensões (kPa), desvios-padrão (DP) e mediana dos tipos de sistemas endodônticos.

Região	Mediana ± SD
Coronal	32.26 ± 31,07 (22.64) AB
Cervical	55.28 ± 35.92 (46.11) C
Middle	42.72 ± 28.02 (40.66) BC
Apical	24.29 ± 20.65 (17.63) A

Tabela 2 Média/mediana distribuição de tensão (kPa) e desvio padrão (DP) nas diferentes regiões dentais

Na interação dos fatores observados, não houve diferença estatística entre os grupos preparados com diferentes instrumentos em relação ao estresse criado em cada região ( $p > 0,05$ ) (Tabela 3). No entanto, o GTF e o GPT apresentaram diferença estatisticamente significativa quanto ao estresse concentrado na região média e cervical ( $p < 0,05$ ).

	Crown	Cervical	Middle	Apical
GOS (One Shape)	20.00 (30.63± 37.00) A a	30.16 (43.22 ±38.13) A a	28.02 (36.72±27.22) A a	18.61 (22.73±17.72) A a
GPT (ProTaper Next)	24.79 (28,15± 22,22) A a	51.65 (58.21±41.78) A b	45.20 (39,78±18,77) A b	19.17 (19,54±14.90) A a
GTF (TF Adaptive)	31.57 (37.96 ± 19.92) A ab	48.26 (59.20±35.34) A b	49.34 (59.94±37.22) A ab	24.90 (37.87±27.49) A a
GWO (Wave One Gold)	19.34 (32.28±46.01) A a	75,04 (60.49±35.19) A a	38.26 (34.46±25.35) A a	8,92 (17.01±18.82) A a

Tabela 3 Mediana da distribuição de tensão (kPa), média e desvio padrão (DP) dos diferentes instrumentos endodônticos por região

Letras maiúsculas indicam diferenças estatísticas entre linhas. Minúsculas indicam diferenças estatísticas entre colunas (na mesma linha)

## 4 | DISCUSSÃO

Dentes com rachaduras representam um problema sem prognóstico, especialmente para dentes tratados endodonticamente (Abou et al. 2014, Kang et al. 2016, Karzoun et al. 2015, Uzun et al. 2015). Instrumentos rotatórios, alternativos e adaptativos utilizados durante o tratamento endodôntico, podem levar à geração de estresse e promover a formação de fissuras nas paredes dentinárias, fatores que podem estar predispondo à fragilização dentária (Burklein et al. 2013, Capar et al. 2014, De-Deus et al., 2016, Karatas et al., 2016). O desenvolvimento de um protocolo menos agressivo à estrutura dentária e que possa oferecer maior resistência aos dentes representa um dos grandes desafios para a odontologia restauradora (Abou et al. 2014, Reeh et al. 1989, Uzun et al. 2015).

A análise dos defeitos causados na estrutura dentinária costuma ser realizada por Tomografia Computadorizada. No entanto, é um método inconclusivo devido à dificuldade de sobreposição de imagens, variações anatômicas, produção de artefatos e variáveis na seleção e armazenamento de amostras (De-Deus et al. 2016). Assim, no presente estudo foi utilizado o método de análise fotoelástica, que é dinâmico e que permitiu uma correlação entre os dados obtidos *in vitro* com aqueles encontrados clinicamente. Portanto, é um método válido e reprodutível na análise do comportamento biomecânico e distribuição de estresse (Assuncao et al. 2009, Fernandes et al. 2003, Gross et al. 2001, Nam et al. 2010). Assim, a análise fotoelástica fornece uma avaliação do efeito de instrumentos de diferentes cinemáticas, utilizados no preparo biomecânico dos canais radiculares, na produção de tensões nas paredes dentinárias ao longo da estrutura dentária. Neste estudo pode-se observar que, independentemente da cinemática utilizada, todos os instrumentos geraram estresse ao longo da coroa e canal radicular, sem diferença estatística, corroborando com dados já encontrados na literatura (Burklein et al. 2013, Capar et al. 2014, Ceyhanli et al. 2015, Liu e outros 2013, Ustun e outros 2015).

Quanto à distribuição do estresse ao longo da estrutura dentária, observou-se que as tensões estão concentradas no nível cervical e médio das raízes no início da instrumentação, e no nível apical ao final do processo. Provavelmente, isso se deve à própria conformação do instrumento, já que no início há uma grande deformação na região cervical, sem pré-alargamento, que tem conseqüente esforço na estrutura radicular até atingir o comprimento de trabalho. Esta é uma zona perigosa, que requer atenção, embora o alargamento apical seja necessário para garantir uma redução adequada do número microbiano, o que pode representar um maior prejuízo e fragilização da estrutura dentária, devendo ser realizado de forma seletiva,

proporcionando menos estresse para o dente (Sant'Anna et al. 2014).

Qualitativamente, na distribuição geral de estresse, o GOS apresentou menor índice (franja de ordem 1), o que pode ser justificado pelo uso de um único instrumento rotatório, uma vez que quando comparado ao grupo ProTaper Next, que utilizou uma sequência de três instrumentos, o segundo apresentou o maior nível de tensão (franja de ordem 2), corroborando com estudos que demonstraram que o uso de apenas um instrumento gera menos estresse na estrutura dentária quando comparado ao uso de diversos instrumentos (Ashwinkumar et al. 2014, Capar et al., 2014, De-Deus et al., 2014, Liu et al., 2013). Na concentração de estresse ao longo da estrutura dentária, o grupo ProTaper Next apresentou uma diferença estatisticamente significativa entre as regiões coronal e apical, característica que está de acordo com dados da literatura que mostram uma diferença na distribuição das fissuras dentárias no nível apical quando comparado ao nível cervical, resultado que pode estar relacionado à conformação do próprio instrumento (Ashwinkumar et al. 2014, Liu et al. 2013).

Além disso, no presente estudo observou-se uma maior geração de tensões nos instrumentos adaptativos (franja de ordem 2), possivelmente devido à cinemática que se inicia rotativa e quando encontram resistência, alterna para o movimento alternativo, gerando neste momento, mais estresse na estrutura dentária. Investigações anteriores também relataram a incidência de trincas ao usar o instrumento TF Adaptive, demonstrando uma considerável geração de defeitos por este instrumento (Zhou et al. 2015).

Instrumentos alternativos ainda levantam dúvidas sobre seu potencial dano à estrutura dentária, uma vez que geralmente são únicos, com afilamento e trabalham no sentido anti-horário (para o corte de paredes dentinárias contaminadas) e no sentido horário (para liberação do instrumento), cortando mais dentina em pouco tempo. De-Deus et al. 2014 não observou relação entre instrumentos reciprocantes e fissuras em dentina, fato que está de acordo com nosso estudo, onde essa cinemática não apresentou diferença na produção de estresse em comparação aos demais instrumentos rotatórios e adaptativa, quantitativamente. No entanto, qualitativamente, o grupo WO apresentou menor nível de estresse (franja de ordem 1) em comparação aos demais, característica também já relatada em outros estudos (Liu et al. 2013, Ashwinkumar et al. 2014).

Dessa maneira, os resultados encontrados neste estudo demonstram que, do ponto de vista quantitativo, não há diferença entre os níveis de tensão gerados pelos diferentes instrumentos endodônticos. No entanto, qualitativamente, o comportamento biomecânico desses instrumentos apresenta uma formação de tensões com distribuição e incidência desiguais, principalmente para os grupos ProTaper Next e TF Adaptive (Karatas et al. 2015, Zhou et al. 2015).

No entanto, embora este estudo mostre uma metodologia original com dentes humanos o mais próximo possível de uma condição clínica, a variabilidade anatômica resultante da autenticidade dessa técnica acrescentou variáveis na análise. Diferenças

na espessura dos dentes (parede dentinária e cimento), densidade mineral, variações no deslocamento / trajetória dos canais radiculares e diâmetro anatômico dos canais podem ter influenciado a análise. Todas essas variáveis vêm por conta da sensibilidade técnica dessa metodologia, responsável pelos altos valores de desvio padrão das amostras. Ou seja, a técnica era tão sensível a captar as forças geradas que a diferença mínima relacionada à estrutura dentária já modificava os valores obtidos e era responsável pela discrepância nos valores da mesma região (Liu et al. 2013, Ashwinkumar e cols. 2014, De-deus et al., 2014, Capar et al., 2014).

As tensões produzidas são dispersas na resina fotoelástica em extensão tridimensional, não sendo captadas com precisão pela câmera que as transforma em uma imagem bidimensional, portanto a ordem das franjas produzidas mostrou apenas as tensões dissipadas nas raízes vestibular e palatina do dente, visto lateralmente. Assim, analisadas bidimensionalmente, as franjas podem ter sido superpostas ou ofuscadas, permitindo apenas a visualização de sua sombra para quantificação da tensão. Outra dificuldade encontrada em nosso estudo refere-se à padronização das amostras, uma vez que o diâmetro anatômico dos canais radiculares não foi padronizado; além disso, durante o processo de instrumentação não foi possível padronizar a força exercida pelo operador. Apesar da tentativa de padronizar as dicas do instrumento, os diferentes sistemas têm diâmetros e conicidades variáveis, o que também pode influenciar nos resultados.

Em suma, observou-se que esta técnica apresenta grande sensibilidade às variações amostrais, fator preponderante para a análise do acúmulo de energias de pequeno porte, como foi o caso deste estudo. Assim, mais pesquisas devem ser feitas utilizando essa metodologia para melhorar a quantificação das tensões envolvidas no comportamento biomecânico dos instrumentos utilizados durante o preparo do canal radicular. Entender como quantificar a energia acumulada gerada pela instrumentação dos materiais endodônticos irá mostrar onde o estresse local é produzido e, conseqüentemente, quais são seus reflexos e onde a estrutura dental estará mais suscetível à ocorrência de fraturas, permitindo ao profissional optar por protocolos apropriados para esta condição.

## 5 | CONCLUSÕES

Apesar das limitações deste estudo in vitro, o uso da análise fotoelástica resultou em um método consistente para avaliação do estresse causado pelo tratamento endodôntico. A distribuição das tensões concentrou-se no terço médio e cervical dos canais radiculares no início da instrumentação e no terço apical ao final desse processo. Quantitativamente, independentemente da cinemática utilizada, todos os instrumentos promoveram estresse na estrutura coronal e radicular durante o preparo biomecânico. Qualitativamente, os instrumentos ProTaper Next e TF Adaptive podem causar níveis mais altos de estresse em comparação com os instrumentos WaveOne

## 6 | AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a José Batista Volpon e Antonio Carlos Shimano pela disponibilidade de sua estrutura laboratorial e apoio institucional da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto e da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. Os autores não receberam apoio financeiro para esta pesquisa e declaram não haver potenciais conflitos de interesse com relação à autoria e / ou publicação deste artigo. CAPES e CNPq (processo nº 311762 / 2013-1) por bolsa de estudos.

## REFERÊNCIAS

ABOU EL NASR, HEND MAHMOUD ABD EL KADER, KARIM GALAL. Dentinal Damage and Fracture Resistance of Oval Roots Prepared with Single-file Systems Using Different Kinematics. *Journal of Endodontics*, v. 40, n. 6, p. 849-851, 2014.

AFRÂNIO DE AGUIAR, FÁBIO, TIOSSI, RODRIGOMACEDO, ANA PAULA et al. Photoelastic Analysis of Stresses Transmitted by Universal Cast to Long Abutment on Implant-Supported Single Restorations Under Static Occlusal Loads. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 23, p. S77-S81, 2012.

ASHRAF, H.; MOMENI, G.; MORADI MAJD, N.; HOMAYOUNI, H. Fracture Resistance of Root Canals Obturated with Gutta-Percha versus Resilon with Two Different Techniques. *Iranian Endodontic Journal* v. 8, p.136-139, 2013.

ASHWINKUMAR, V., KRITHIKADATTA, J.; SURENDRAN, S. et al. Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. *International Endodontic Journal*, v. 47, n. 7, p. 622-627, 2013.

ASSUNÇÃO, W.G., BARÃO, V.A., TABATA, L.F., GOMES, E.A., DELBEN, J.A., DOS SANTOS, P.H. Biomechanics studies in dentistry: bioengineering applied in oral implantology. *Journal of Craniofacial Surgery*, v. 20, p.1173-1177, 2009.

BARRETO, M.S., MORAES, R.D.O A., ROSA, R.A., MOREIRA, C.H., SO, M.V., BIER, C.A. Vertical root fractures and dentin defects: effects of root canal preparation, filling, and mechanical cycling. *Journal of Endodontics* v.38, p. 1135-1139, 2012.

BASSIR, M.M., LABIBZADEH, A., MOLLAYERDI, F. The effect of amount of lost tooth structure and restorative technique on fracture resistance of endodontically treated premolars. *Journal of Conservative Dentistry* v. 16, p.413-417, 2013.

BRITO-JUNIOR, M., NORMANHA, J.A., CAMILO, C.C., FARIA-E-SILVA, A.L., SAQUY, P.C., FERRAZ, M.A., SILVA-SOUZA, Y.T. Alternative techniques to remove fractured instrument fragments from the apical third of root canals: report of two cases. *Brazilian Dental Journal* , v.26, p.79-85, 2015.

BURKLEIN, S., TSOTSIS, P., SCHAFER, E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. *Journal of Endodontics* v.39, p.501-504, 2013.

CAPAR, I.D., ARSLAN, H., AKCAY, M., UYSAL, B. Effects of ProTaper Universal, ProTaper Next, and HyFlex instruments on crack formation in dentin. *Journal of Endodontics* v.40, p.1482-1484, 2014

- CEYHANLI, K.T., ERDILEK, N., TATAR, I., CELIK, D. Comparison of ProTaper, RaCe and Safesider instruments in the induction of dentinal microcracks: a micro-CT study. *International Endodontic Journal* , v.49, p.684-689, 2015
- DE-DEUS, G., SILVA, E.J., MARINS, J., SOUZA, E., NEVES, A. DE A., GONCALVES BELLADONNA, F., ALVES, H., LOPES, R.T., VERSIANI, M.A. Lack of causal relationship between dentinal microcracks and root canal preparation with reciprocation systems. *Journal of Endodontics* v.40, p-1447-1450, 2014.
- DE-DEUS, G., BELLADONNA, F.G., SILVA, E.J., SOUZA, E.M., VERSIANI, M.A. Critical appraisal of some methodological aspects of using micro-CT technology in the study of dentinal microcracks in endodontics. *International Endodontic Journal* v.49, p-216-219, 2016.
- FERNANDES, C.P., GLANTZ, P.O., SVENSSON, S.A., BERGMARK, A. Reflection photoelasticity: a new method for studies of clinical mechanics in prosthetic dentistry. *Dental Materials* v.19, p.106-117, 2003
- FRIEDMAN, C.M., SANDRIK, J.L., HEUER, M.A., RAPP, G.W. Composition and mechanical properties of gutta-percha endodontic points. *Journal of Dental Research*, v. 54, p-921-925, 1975.
- FUSS, Z., LUSTIG, J., KATZ, A., TAMSE, A. An evaluation of endodontically treated vertical root fractured teeth: impact of operative procedures. *Journal of Endodontics* v.27, p46-48, 2001.
- GROSS, M.D., NISSAN, J. Stress distribution around maxillary implants in anatomic photoelastic models of varying geometry. Part II. *Journal of Prosthetic Dentistry* v.85, p.450-454, 2001.
- JALALI, S., EFTEKHAR, B., PAYMANPOUR, P., YAZDIZADEH, M., JAFARZADEH, M. Effects of Reciproc, Mtwo and ProTaper Instruments on Formation of Root Fracture. *Iranian Endodontic Journal* v.10, p.252-255, 2015.
- KANG, S.H., KIM, B.S., KIM, Y. Cracked Teeth: Distribution, Characteristics, and Survival after Root Canal Treatment. *Journal of Endodontics* v.42, p.557-562, 2016.
- KARATAS, E., ERSOY, I., GUNDUZ, H.A., UYGUN, A.D., KOL, E., CAKICI, F. Influence of Instruments Used in Root Canal Preparation on Amount of Apically Extruded Debris. *Artificial Organs* v.40, p.774-777, 2016.
- KARZOUN, W., ABDULKARIM, A., SAMRAN, A., KERN, M. Fracture strength of endodontically treated maxillary premolars supported by a horizontal glass fiber post: an in vitro study. *Journal of Endodontics* v.41, p.907-912, 2015.
- KUMAR, P., RAO, R.N. Three-dimensional finite element analysis of stress distribution in a tooth restored with metal and fiber posts of varying diameters: An in-vitro study. *Journal of Conservative Dentistry* v.18, p.100-104, 2015.
- LANG, H., KORKMAZ, Y., SCHNEIDER, K, RAAB, W.H. Impact of endodontic treatments on the rigidity of the root. *Journal of Dental Research* v.85, p.364-368, 2016.
- LIU, R., HOU, B.X., WESSELINK, P.R., WU, M.K., SHEMESH, H. The incidence of root microcracks caused by 3 different single-file systems versus the ProTaper system. *Journal of Endodontics* v.39, p.1054-1056, 2013.
- MAHLER, D.B., PEYTON, F.A. Photoelasticity as a research technique for analyzing stresses in dental structures. *Journal of Dental Research* v.34, p.831-838, 1995.
- NAM, S.H., CHANG, H.S., MIN, K.S., LEE, Y., CHO, H.W., BAE, J.M. Effect of the number of residual

walls on fracture resistances, failure patterns, and photoelasticity of simulated premolars restored with or without fiber-reinforced composite posts. *Journal of Endodontics* v.36, p.297-301, 2010.

NISHIMURA, Y., TSUBOTA, Y., FUKUSHIMA, S. Influence of cyclic loading on fiber post and composite resin core. *Dental Materials* v.27, p.356-361, 2008.

REEH, E.S., DOUGLAS, W.H., MESSER, H.H. Stiffness of endodontically-treated teeth related to restoration technique. *Journal of Dental Research* v.68, p.1540-1544, 1989.

Sant'Anna Junior, A., Cavenago, B.C., Ordinola-Zapata, R., De-Deus, G., Bramante, C.M., Duarte, M.A. The effect of larger apical preparations in the danger zone of lower molars prepared using the Mtwo and Reciproc systems. *Journal of Endodontics* v.40, p.1855-1859, 2014.

SAW, L.H., MESSER, H.H. Root strains associated with different obturation techniques. *Journal of Endodontics* v.21, p.314-320, 1995.

SEGARRA, M.S., SHIMADA, Y., SADR, A., SUMI, Y., TAGAMI, J. THREE-Dimensional Analysis of Enamel Crack Behavior Using Optical Coherence Tomography. *Journal of Dental Research* v.96, p.308-314, 2017.

SILVA, E.J., MUNIZ, B.L., PIRES, F., BELLADONNA, F.G., NEVES, A.A., SOUZA, E.M., DE-DEUS, G. Comparison of canal transportation in simulated curved canals prepared with ProTaper Universal and ProTaper Gold systems. *Restorative Dentistry & Endodontics* v.41, p.1-5, 2016.

SINGH, S.V., BHAT, M., GUPTA, S., SHARMA, D., SATIJA, H., SHARMA, S. Stress distribution of endodontically treated teeth with titanium alloy post and carbon fiber post with different alveolar bone height: A three-dimensional finite element analysis. *European Journal of Dentistry* v.9, p.428-432, 2015.

SUGAYA, T., NAKATSUKA, M., INOUE, K., TANAKA, S., MIYAJI, H., SAKAGAMI, R., KAWAMAMI, M. Comparison of fracture sites and post lengths in longitudinal root fractures. *Journal of Endodontics* v.41, p.159-163, 2015.

TOURÉ, B., FAYE, B., KANE, A.W., LO, C.M., NIANG, B., BOUCHER, Y. Analysis of reasons for extraction of endodontically treated teeth: a prospective study. *Journal of Endodontics* v.37, p.1512-1515, 2011.

USTUN, Y., TOPCUOGLU, H.S., DUZGUN, S., KESIM, B. The effect of reciprocation versus rotational movement on the incidence of root defects during retreatment procedures. *International Endodontic Journal* v.48, p.952-958, 2015.

UZUN, I., ARSLAN, H., DOGANAY, E., GULER, B., KESKIN, C., CAPAR, I.D. Fracture resistance of endodontically treated roots with oval canals restored with oval and circular posts. *Journal of Endodontics* v.41, p.539-543, 2015.

ZAMIN, C., SILVA-SOUSA, Y.T., SOUZA-GABRIEL, A.E., MESSIAS, D.F., SOUSA-NETO, M.D. Fracture susceptibility of endodontically treated teeth. *Dental Traumatology* v.28, p.282-286, 2012.

ZAPAROLLI, D., PEIXOTO, R.F., PUPIM, D., MACEDO, A.P., TONIOLLO, M.B., MATTOS, M. Photoelastic analysis of mandibular full-arch implant-supported fixed dentures made with different bar materials and manufacturing techniques. *Materials Science and Engineering C: Materials for Biological Applications* v.81, p.144-147, 2017.

ZHOU, X., JIANG, S., WANG, X., WANG, S., ZHU, X., ZHANG, C. Comparison of dentinal and apical crack formation caused by four different nickel-titanium rotary and reciprocating systems in large and small canals. *Dental Materials* v.34, p.903-909, 2015.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-229-6

