



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

JULIANA RODRIGUES PAES BARRETO

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO  
ULTRASSÔNICA E SOLUÇÕES IRRIGADORAS, NA  
CIMENTAÇÃO ADESIVA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO**

Manaus – AM

2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

JULIANA RODRIGUES PAES BARRETO

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO  
ULTRASSÔNICA E SOLUÇÕES IRRIGADORAS, NA  
CIMENTAÇÃO ADESIVA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

ORIENTADORA: Prof. Dra. Luciana Mendonça da Silva Martins

CO-ORIENTADORA: Prof. Dra. Fabíola Mendonça da Silva Chui

Manaus – AM

2016

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B273i Barreto, Juliana Rodrigues Paes  
Influência da técnica de irrigação ultrassônica e soluções  
irrigadoras, na cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro /  
Juliana Rodrigues Paes Barreto. 2016  
45 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Luciana Mendonça da Silva Martins  
Coorientadora: Fabíola Mendonça da Silva Chui  
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal  
do Amazonas.

1. Adesão. 2. Irrigantes do Canal Radicular. 3. Pinos Dentários. 4.  
Push-out. I. Martins, Luciana Mendonça da Silva II. Universidade  
Federal do Amazonas III. Título

JULIANA RODRIGUES PAES BARRETO

**INFLUÊNCIA DA TÉCNICA DE IRRIGAÇÃO  
ULTRASSÔNICA E SOLUÇÕES IRRIGADORAS, NA  
CIMENTAÇÃO ADESIVA DE PINOS DE FIBRA DE VIDRO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia,  
do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas.

Manaus, 25 de abril de 2016.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dra. Luciana Mendonça da Silva, Presidente  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Junior, Membro  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Álvaro Hafiz Cury, Membro  
UNINORTE

## **DEDICATÓRIA**

À **Deus**, quando muitas das vezes achei que não fosse capaz de suportar os pesados fardos. Com certeza em vários momentos busquei a ti, e o senhor me deu forças. Assim pude seguir com fé. Obrigada!

Aos meus amados pais **Geraldo Alencar Paes Barreto** e **Maria da Glória Rodrigues Paes Barreto**, por sempre me incentivarem à vida acadêmica, acreditarem em mim e me ensinarem os mais preciosos valores para que eu pudesse chegar até aqui. A minha eterna gratidão. Amo vocês!

Ao meu noivo, amor da minha vida, minha fortaleza, **Rafael Meskau da Cruz**, por sempre se fazer presente tanto nas alegrias como nas tristezas. Pelas noites mal dormidas, durante os estudos, para estar ao meu lado. Pelos conselhos, palavras de conforto e apoio. Muito obrigada. Te amo!

## AGRADECIMENTOS

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (PPGO/UFAM)**, por todo o incentivo intelectual e financeiro que tornaram esta pesquisa possível, em especial ao Coordenador **Dr. Emilio Carlos Sponchiado Junior**, por compreender nossas dificuldades e limitações durante a realização da pesquisa.

Agradeço imensamente à minha querida orientadora, **Dra. Luciana Mendonça da Silva Martins**. Sou grata por sua dedicação, paciência e disposição de sempre. És um espelho para mim, e para muitos de seus alunos pelo amor à profissão e à docência. Com certeza esta pesquisa não seria possível se não fosse tua persistência e engajamento. Muito obrigada!

A minha co-orientadora, **Dra. Fabiola Mendonça da Silva Chui**, obrigada pelo auxílio com a metodologia da pesquisa, e por não medir esforços para que fosse possível realizar todos os ensaios laboratoriais.

Ao **Dr. Leandro de Moura Martins**, obrigada pelo valioso aprendizado e convivência no transcorrer do curso, pela realização das análises estatísticas e também pelo auxílio durante a realização dos ensaios laboratoriais.

À Policlínica Odontológica da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), em nome da **Dra. Maria Cecília Caldas Giorgi**, por disponibilizar a máquina de cortes para que uma etapa da pesquisa fosse concluída.

Aos meus queridos amigos **Thiago Mendes Lima, Gisele Naura Venâncio, Joyce de Figueiredo Meira, Rafael Saulo Santos Barbosa, Carolina Rocha Augusto e Maria Raika Guimarães Lobo**, obrigada por torcerem por mim e me guiarem desde a seleção até as etapas finais do mestrado. Vocês são anjos em minha vida.

JULIANA RODRIGUES PAES BARRETO. Influência da técnica de irrigação ultrassônica, com hipoclorito de sódio 5,25 % ou clorexidina 2%, na cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro. 2016. 46 fl. Dissertação de Mestrado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade Federal do Amazonas, Manaus-Am.

## RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a influência de três técnicas de irrigação endodôntica: PPI (Irrigação por Pressão Positiva ou Irrigação Manual), PUI (Irrigação Ultrassônica Passiva) e CUI (Irrigação Ultrassônica Contínua), na resistência à extrusão (*push-out*) de pinos de fibra de vidro utilizando NaOCl 5,25% (hipoclorito de sódio) ou CHX 2% (clorexidina). Foram utilizados 90 dentes bovinos, as coroas cortadas com disco diamantado, obtendo-se raízes com 17 mm de comprimento. As raízes foram tratadas endodonticamente pela técnica coroa-ápice até o instrumento de memória nº80, a uma profundidade de 16 mm e divididas aleatoriamente em 6 grupos de acordo com o protocolo de ativação/substância química final: PPIN: PPI + NaOCl 5,25%; PUIN: PUI + NaOCl 5,25%; CUIN: CUI + NaOCl 5,25%; PPIC: PPI + CHX 2%; PUIC: PUI + CHX 2%; e CUIC: CUI + CHX 2%. A irrigação final de todos os grupos foi realizada com 2ml de substância química + 1ml de EDTA 17% + 1ml de substância química. Nos grupos PPIN e PPIC foram utilizadas pontas endodônticas Navitip® para a irrigação. Nos grupos PUIN e PUIC, foram utilizadas as mesmas pontas endodônticas Navitip® e ativadas passivamente com inserto E1 IRRISONIC® acoplado ao Ultrassom EMS® (10s), frequência de 32.000 Hz, sem renovação da substância química. Nos grupos CUIN e CUIC a substância química foi continuamente ativada e renovada com inserto E1 IRRISONIC® acoplado ao Ultrassom EMS® (10s). Todas as raízes foram lavadas com água destilada para remoção dos resíduos e secas com cones de papel absorvente. As raízes tiveram os ápices selados com gutta percha. Após o preparo dos condutos, foi feita a cimentação do pino de fibra de vidro Whitepost® DC n.2 com cimento resinoso dual RelyX ARC® e sistema adesivo Single Bond Universal®. As raízes foram seccionadas transversalmente em 9 fatias, de aproximadamente 1mm de espessura, divididas entre os terços cervical, médio e apical. Após 7 dias, as fatias foram submetidas ao teste de extrusão *push-out* em máquina de ensaio universal EMIC (0,5mm/min,150N). Os valores de resistência adesiva (RA) foram submetidos a ANOVA a 2 critérios e teste de Tukey para comparação das médias ( $p \leq 0,05$ ). Resultados: Os valores médios em MPa ( $\pm dp$ ) foram: PPIN 4,46 (1,43); PUIN 6,13 (2,35); CUIN 7,41 (1,83); PPIC 3,59 (1,70); PUIC 5,49 (1,41); CUIC 6,0 (1,63). Comparando-se as soluções irrigadoras, os resultados foram semelhantes com cada tipo de técnica. CUI foi a técnica que apresentou os melhores valores de adesão e PPI apresentou o menor valor, sendo semelhante à PUI. Analisando os terços radiculares, o grupo CUIN demonstrou diferença estatisticamente significativa na região apical e médio respectivamente: 5,48 (2,47) e 5,92 (2,46). Conclusão: CUI foi a melhor técnica de irrigação em relação à adesão dos pinos de fibra de vidro, independentemente da solução irrigadora utilizada, influenciando positivamente na adesão da região apical.

Palavras-chave: Adesão, Irrigantes do Canal Radicular, Pinos Dentários, Push-out

JULIANA RODRIGUES PAES BARRETO. Influence of ultrasonic activation systems, with 5,25% sodium hypochlorite or 2% chlorexidine, on the bond strength of glass fiber posts. 2016. 46 p. Mater's dissertation submitted to the Postgraduate Program in Dentistry, Federal University of Amazonas, Manaus - Am

### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of three final irrigation systems: PPI (Positive Pressure Irrigation), PUI (Passive Ultrasonic Irrigation) and CUI (Continuous Ultrasonic Irrigation) on the push-out resistance of glass fiber posts, using 5.25% NaOCl (sodium hypochlorite) or 2% CHX (chlorexidine) as irrigation solution. Ninety 17 mm length bovine roots were endodontically treated up to K File #80, to a working length of 16mm, using crown-down technique. During the instrumentation all roots received 1ml of irrigation solution (5.25% NaOCl or 2% CHX) between each instrument using a Navitip® needle. The samples were randomly divided into six groups, according to final irrigation and activation system: PPIN (Control 1): PPI + 5.25% NaOCl; PUIN: PUI + 5.25% NaOCl; CUIN: CUI + 5.25% NaOCl; PPIC (Control 2): PPI + 2% CHX; PUIC: PUI + 2% CHX and CUIC: CUI + 2% CHX. For PPIN/PPIC a Navitip® needle was used to deliver the irrigation solution. For PUIN/PUIC the same Navitip® needle was used and the irrigant solution was activated by a stainless steel file E1 Irrisonic® mounted on a EMS® Ultrasonic unit, for 10-seconds. For CUIN/CUIC the irrigation and activation were performed by continuous agitation and irrigant solution delivery, for 10-seconds, using the same stainless steel file E1 Irrisonic® mounted on EMS® Ultrasonic unit. The final irrigation of all groups was performed using 2ml irrigation solution + 1ml 17% EDTA + 2ml irrigation solution. After canal preparation, the fiber posts Whitepost® DC n.2 were cemented with dual cure resin cement RelyX ARC® and adhesive system Single Bond Universal®. The roots were sectioned into 1mm-thick slices, on cervical, medial and apical thirds. After 7 days, the slices were submitted to *push-out* test on universal testing machine EMIC (0,5mm/min, 150N). Mean values of bond strength (BS) were compared using two-way ANOVA and Tukey's test ( $p \leq 0.05$ ). BS values ( $\pm dp$ ) were: PPIN 4.46 (1.43); PUIN 6.13 (2.35); CUIN 7.41 (1.83); PPIC 3.59 (1.70); PUIC 5.49 (1.41); CUIC 6.0 (1.63). Comparing irrigation solutions, the results were similar with each irrigation systems. CUI showed the best bond strength values and PPI the worst one, similar to PUI. Analyzing the root thirds, CUIN showed significant differences at apical third and CUIC showed differences at middle third. Conclusion: CUI was the best activation system, regardless of the irrigation solution choice, providing better results at fiber post bond strength, mainly at apical third.

Key words: Push-out resistance; Root Canal Irrigants; Dentin Posts



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Técnicas de irrigação – a) PPI (Pressão Positiva de Irrigação); b) PUI (Irrigação Ultrassônica Passiva) e c) CUI (Irrigação Ultrassônica Contínua). .....	14
<b>Figura 2</b> - Preparo químico-mecânico: a) Instrumentação endodôntica; b) Irrigação; e c) Aspiração. ....	15
<b>Figura 3</b> - Preparo do canal: a) Broca Largo n.3; b) Broga do kit Whitepost; c) Condicionamento ácido por 15s e d) Secagem com cones de papel absorvente.....	16
<b>Figura 4</b> - Preparo do canal: a) Adesivo Single Bond Universal; b) Aplicação do adesivo; c) Remoção dos excessos com cone de papel absorvente.....	17
<b>Figura 5</b> - Preparação do pino: a) Silano Prosil; b) Aplicação do silano; c) Aplicação do adesivo d) Fotoativação do pino de fibra de vidro.....	17
<b>Figura 6</b> - Recorte das fatias na Máquina de Cortes Precisos (EXTEC).....	19
<b>Figura 7</b> - Push-out na Máquina Universal de Ensaio Mecânicos (EMIC).....	19
<b>Figura 1 (Artigo)</b> - Fluxograma da metodologia.....	25

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Divisão dos grupos segundo a substância química e técnica de ativação.....	14
<b>Tabela 1 (Artigo)</b> - Médias e desvios-padrão dos grupos (MPa) .....	26
<b>Tabela 2 (Artigo)</b> - Médias e desvios-padrão de cada grupo com NaOCl 5,25% (MPa), em relação aos terços.....	26
<b>Tabela 3 (Artigo)</b> - Médias e desvios-padrão de cada grupo com CHX 2% (MPa), em relação aos terços.....	27

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1 Desenho do Estudo .....	13
2.2 Delineamento experimental.....	13
2.3 Seleção dos dentes .....	13
2.4 Preparo das raízes .....	14
2.5 Preparo dos condutos e pinos .....	16
2.6 Teste de resistência à extrusão ( <i>push-out</i> ).....	18
2.7 Conversão de valores.....	19
2.8 Análise estatística .....	20
3. ARTIGO .....	21
3.1 Introdução.....	21
3.2 Materiais e Métodos .....	23
3.2.1 Análise estatística .....	25
3.3 Resultados.....	26
3.4 Discussão.....	27
3.5 Referências .....	30
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
ANEXOS .....	38

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

Os pinos de fibra de vidro são frequentemente utilizados para auxiliar no suporte e retenção de restaurações e coroas, sendo considerados uma opção prática e econômica para dentes que tiveram grande perda de estrutura dentinária (CHIERUZZI *et al.*, 2012). Possuem módulo de elasticidade muito próximo à dentina radicular, fazendo com que ocorra uma melhor distribuição das forças oclusais sobre o remanescente dental e diminuindo a frequência de fratura radicular (BATEMAN *et al.*, 2003; SCHWARTZ & ROBBIS, 2004; FOKKINGA *et al.*, 2004).

Contudo, a obtenção de uma eficaz adesão aos canais radiculares continua sendo um desafio, já que sua adesão pode ser influenciada por diversos fatores como: fator de configuração da cavidade, tipo de pino, agente cimentante, sistema adesivo e influência de soluções irrigadoras usadas no tratamento endodôntico (MORRIS *et al.*, 2001; DIMITROULI *et al.*, 2011; TAY *et al.*, 2005; BOUILLAGUET *et al.*, 2003). Skupin *et al.* (2015), em uma revisão sistemática, verificou que o pré-tratamento do pino, o método de aplicação do cimento e o tratamento endodôntico estão entre os fatores que mais influenciam a retenção dos pinos de fibra de vidro em canais radiculares, principalmente quando utilizados com cimentos resinosos.

O uso de algumas substâncias irrigadoras é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico, entre elas estão o hipoclorito de sódio (NaOCl) e o ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA). Estudos *in vitro* têm apresentado conclusões controversas em relação à influência do NaOCl na adesividade dos materiais restauradores à dentina. Sua ação oxidante, degrada as proteínas, formando radicais livres (HAWKINS & DAVIES, 1999), que podem competir com outros radicais gerados pela fotoativação dos adesivos, resultando em incompleta polimerização (MORRIS *et al.*, 2001; LAI *et al.*, 2001), o que pode diminuir a resistência adesiva dos materiais restauradores tanto à dentina radicular (MORRIS *et al.*, 2001; BOUILLAGUET *et al.*, 2003; FARINA *et al.*, 2011) quando à dentina da câmara pulpar (OZTURK & OZER, 2004; SANTOS *et al.*, 2006; KHOROUSHI E KACHUEI, 2013). Outros estudos demonstram um aumento da resistência adesiva (VARGAS *et al.*, 1997; PRATI *et al.*, 1999; SABOIA *et al.*, 2000), principalmente devido a sua capacidade única de dissolver o tecido necrótico e os componentes orgânicos do canal radicular. Porém, não possui a capacidade de diluição das partículas inorgânicas de dentina, não removendo o *smear layer* durante a instrumentação (ZEHNDER, 2006).

Agentes desmineralizadores, tais como o EDTA e ácido cítrico, são utilizados como coadjuvantes no tratamento endodôntico, apresentando alta eficiência na remoção do *smear layer*. A ação quelante do EDTA reage com íons de  $Zn^{+2}$  e  $Ca^{+2}$  que preserva a camada híbrida, porém, não é claro se essa preservação é resultado da desmineralização da dentina superficial ou resultado da inibição das MMPs (Metaloproteínas) (ZEHNDER, 2006). Sua desvantagem é sua rápida remoção com irrigação extensa de água (PERDIGÃO *et al.*, 2013).

Apesar do NaOCl ser a substância química mais utilizada para os tratamentos endodônticos devido à sua capacidade de dissolução de tecido orgânico, em altas concentrações pode causar inflamação dos tecidos periapicais (JEANSONNE & WHITE, 1994). Em baixas concentrações é inefetivo contra microrganismos específicos (LEONARDO *et al.*, 1999). Por possuir baixa toxicidade, em relação ao NaOCl, e alta substantividade (ROSENTHAL *et al.*, 2004), a clorexidina (CHX) tem sido uma alternativa como solução irrigadora, demonstrando-se um antimicrobiano eficaz, particularmente efetivo contra o *Enterococcus faecalis*, microrganismo relacionado às falhas endodônticas (ZAMANY *et al.*, 2003). A combinação de ambas as substâncias tem sido investigada para o uso no preparo químico-mecânico dos canais radiculares, contudo, essa associação forma um precipitado marrom, que age como um *smear layer* químico (BETTINA *et al.*, 2007), alterando a permeabilidade dentinária, principalmente na região apical (AKISUE *et al.*, 2010).

Ao longo da história da endodontia, esforços têm sido feitos de forma contínua a fim de desenvolver sistemas de distribuição e de agitação dos irrigantes mais eficazes (GU *et al.*, 2006). Como a irrigação convencional com seringas, também conhecida como técnica por pressão positiva (PPI) não é suficiente para a limpeza dos canais radiculares, tem sido sugerido o uso de ativação acústica do irrigante para aumentar a limpeza e desinfecção dos sistemas de canais. Os efeitos sinérgicos do ultrassom e do hipoclorito de sódio em solução aquosa parecem ser especialmente úteis neste contexto (AL JAADA *et al.*, 2009), tendo se tornado uma prática cada dia mais comum entre os especialistas (DUTNER *et al.*, 2011). Imagens térmicas tem sido usadas para demonstrar que os dispositivos ultrassônicos produzem calor em contato com a estrutura dentinária ou materiais dentários, sendo capazes de aumentar a temperatura do irrigante circundante do canal radicular em torno de 10° Celsius, o que tem se mostrado benéfico para o aumento da capacidade de dissolução dos tecidos pelo hipoclorito de sódio (PARK, 2013).

Dois tipos de irrigação ultrassônica têm sido descritas na literatura. O primeiro é uma combinação de irrigação e instrumentação, a instrumentação ultrassônica (UI), e o segundo refere-se a irrigação ultrassônica passiva (PUI), que opera sem instrumentação simultânea.

Existem dois métodos que podem ser usados como PUI, descritos como irrigação ultrassônica passiva intermitente (PUI) e irrigação ultrassônica passiva contínua (CUI). Na técnica intermitente, a solução irrigadora é inserida no canal radicular por uma seringa e após cada ciclo de ativação ultrassônica é irrigada novamente com uma seringa hipodérmica. Já na irrigação contínua, durante a ativação ultrassônica a solução irrigadora é renovada constantemente por uma cânula acoplada à peça de mão do aparelho de ultrassom (GU *et al.*, 2009, PARK, 2013).

Sabe-se que a instrumentação ultrassônica (UI) não é um método eficiente ou vantajoso na preparação de canais, pois é difícil controlar o corte da dentina durante seu uso e, portanto, perfurações, bem como canais altamente irregulares, são frequentemente produzidos. Já as técnicas (PUI e CUI) utilizadas como método complementar na irrigação, reforçam a desinfecção e dissolução dos tecidos, demonstrando serem superiores à Pressão Positiva de Irrigação (PPI) na irrigação final, tanto no alcance da solução irrigadora nos canais laterais como no comprimento de trabalho (LEONI *et al.*, 2016). TANOMARU-FILHO *et al.* (2015) não demonstraram diferença entre as técnicas de irrigação ultrassônica (PUI e CUI) em relação à limpeza dos sistemas de canais. Já LAYTON *et al.* (2015) concluíram que CUI foi a única técnica eficaz tanto para o alcance da solução no terço apical, como para eliminação de biofilme, quando comparada à técnica manual e à ativação ultrassônica intermitente (PUI).

Alguns estudos têm demonstrado a influência das soluções irrigadoras na resistência à extrusão dos pinos de fibra de vidro à dentina radicular, após o preparo do canal, porém, existem poucas evidências da influência dessas soluções com diferentes técnicas em relação à resistência de união dos pinos de fibra de vidro cimentados adesivamente ao conduto radicular. Portanto, o presente estudo tem a finalidade de abordar a influência de três técnicas de irrigação (Irrigação Manual, Irrigação Ultrassônica Passiva Intermitente e Contínua) com as soluções de Hipoclorito de Sódio 5,25% e Clorexidina 2%, na resistência à extrusão *push-out* de pinos de fibra de vidro. A hipótese nula é de que as diferentes técnicas de irrigação (PPI, PUI e CUI) com as duas soluções não influenciarão a resistência à extrusão (*push-out*) dos pinos de fibra de vidro.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Desenho do Estudo**

A pesquisa realizada refere-se a um estudo laboratorial controlado randomizado, sendo realizado por um único operador.

### **2.2 Delineamento experimental**

Este trabalho *in vitro* envolveu a análise de três fatores: O tipo de técnica de irrigação endodôntica (em três níveis), o tipo de solução química (em dois níveis) e a região radicular (em três níveis). Neste estudo, a variável independente resistência de união foi avaliada quantitativamente por meio do teste de extrusão (*push-out*).

### **2.3 Seleção dos dentes**

Uma análise prévia das dimensões mesio-distais e de comprimento original foi realizada para que fossem selecionadas unidades similares, excluindo dentes com raízes curvas e canais incompletamente formados. Foram selecionados 90 dentes bovinos, que foram limpos e mantidos em água destilada em um recipiente plástico, sob temperatura de 10 °C, sendo periodicamente renovada, até o início do experimento.

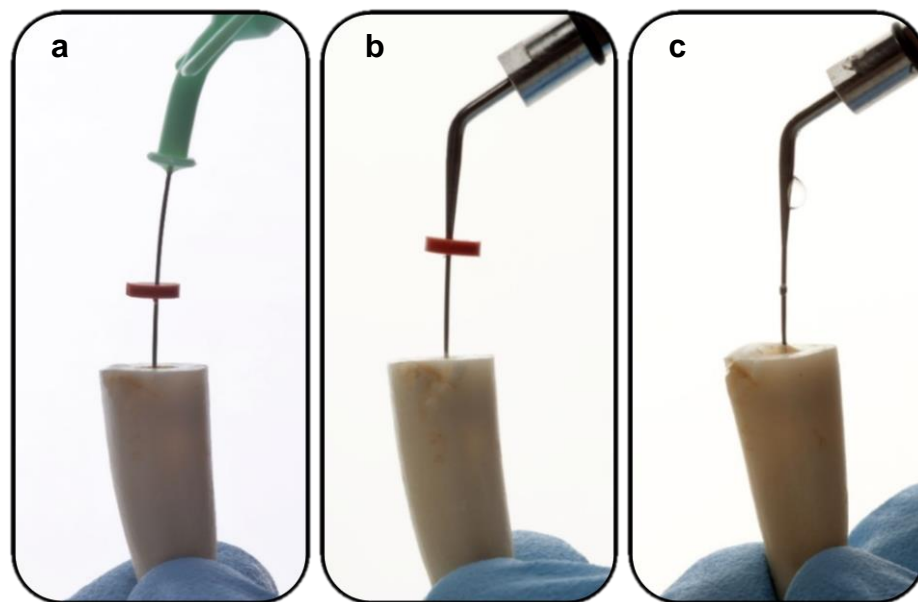
Após a seleção, os dentes foram seccionados na região cervical de forma perpendicular ao longo eixo do dente, utilizando um disco diamantado dupla face perfurado de granulação grossa (MICRODONT, São Paulo, SP, Brasil) adaptado a um micromotor elétrico de bancada (BELTEC LB 100, Araraquara, SP, Brasil). Após o corte, as raízes apresentaram comprimento radicular padronizado de 17 mm. A presença de canal único foi verificada pela exploração direta. A partir dos cortes, foram novamente selecionadas as raízes com diâmetros dos canais mais semelhantes, usando-se como referência a espessura da broca que acompanha o Kit de pinos Whitepost (FGM, Joinville, SC, Brasil). As raízes com canais atrésicos ou muito calibrosas foram descartadas. As mesmas foram armazenadas em água destilada, mantidas sob temperatura de 10 °C ( $\pm 2$  °C) até o início dos experimentos.

## 2.4 Preparo das raízes

O tratamento endodôntico das raízes foi realizado com limas K-file até o instrumento memória de nº 80, padronizado a uma profundidade de 16 mm, pela técnica coroa-ápice. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos experimentais (n=15), de acordo com a técnica de irrigação final, segundo a Tabela 1.

**Tabela 1 - Divisão dos grupos segundo a substância química e técnica de ativação.**

<b>Grupo</b>	<b>Técnica</b>	<b>Solução</b>
<b>PPIN</b>	Pressão Positiva de Irrigação	NaOCl 5,25%
<b>PUIN</b>	Irrigação Ultrassônica Passiva	NaOCl 5,25%
<b>CUIN</b>	Irrigação Ultrassônica Contínua	NaOCl 5,25%
<b>PPIC</b>	Pressão Positiva de Irrigação	CHX 2%
<b>PUIC</b>	Irrigação Ultrassônica Passiva	CHX 2%
<b>CUIC</b>	Irrigação Ultrassônica Contínua	CHX 2%



**Figura 1** - Técnicas de irrigação – a) PPI (Pressão Positiva de Irrigação); b) PUI (Irrigação Ultrassônica Passiva) e c) CUI (Irrigação Ultrassônica Contínua).

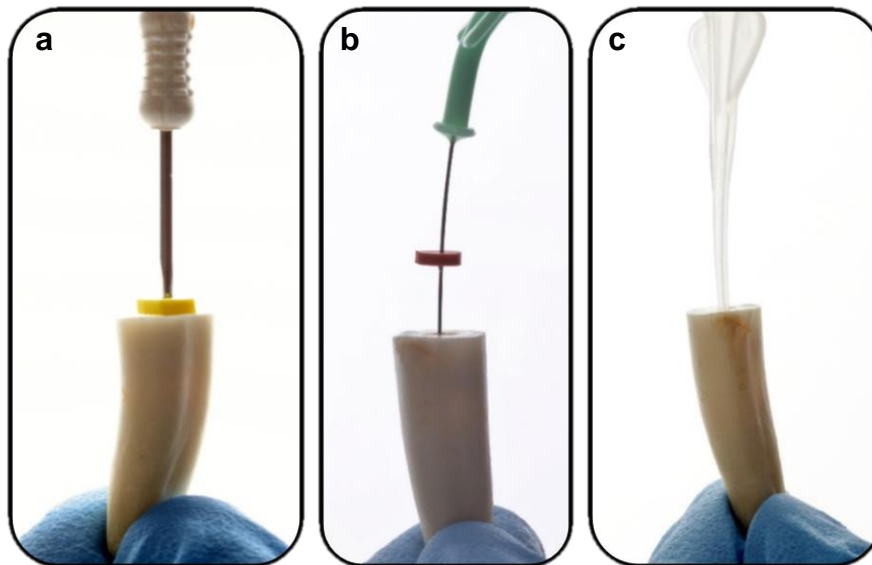
Durante o tratamento químico-mecânico, na troca de cada lima, foi utilizado 2 ml de NaOCl 5,25% (Fórmula & Ação, São Paulo, SP, Brasil) ou 2 ml de CHX 2% (MAQUIRA, Maringá, PR, Brasil) para todos os grupos, utilizando para a irrigação final 2 ml da solução química, 1 ml de EDTA 17% (MAQUIRA, Maringá, PR, Brasil) e 2 ml da solução química. Durante todo o preparo químico-mecânico foi utilizada a irrigação manual (PPI) com agulha endodôntica Navitip Verde (Ultradent® do Brasil, Inc., Itaiçi, Indaiatuba, SP) acoplada à seringa



hipodérmica e para a aspiração pontas endodônticas Endo Tips 0,06 (Angelus<sup>®</sup>, Londrina, PR, Brasil), sendo utilizadas técnicas de irrigação diferentes na ativação final de todos os grupos, exceto para os grupos PPIN/PPIC, em que se manteve a técnica de irrigação manual.

Nos grupos PUIN e PUIC, em que foi utilizada a técnica de irrigação ultrassônica passiva, a ativação final (substância química-EDTA-substância química) foi feita utilizando a agulha endodôntica acoplada à seringa hipodérmica, e a agitação realizada com inserto de aço inoxidável liso, rosca interna M3 X 0,5, E1 IRRISONIC (Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo, SP, Brasil), acoplado ao Ultrassom PM 200 (EMS, Nyon, Suíça), no nível 3 do equipamento, por 10s, com renovação da substância química através de seringa hipodérmica. Já nos grupos CUIN e CUIC, onde a ativação final foi realizada pela técnica de irrigação ultrassônica contínua, a irrigação foi realizada através do mesmo inserto, entretanto o irrigante foi continuamente renovado por 10s (Figura 1).

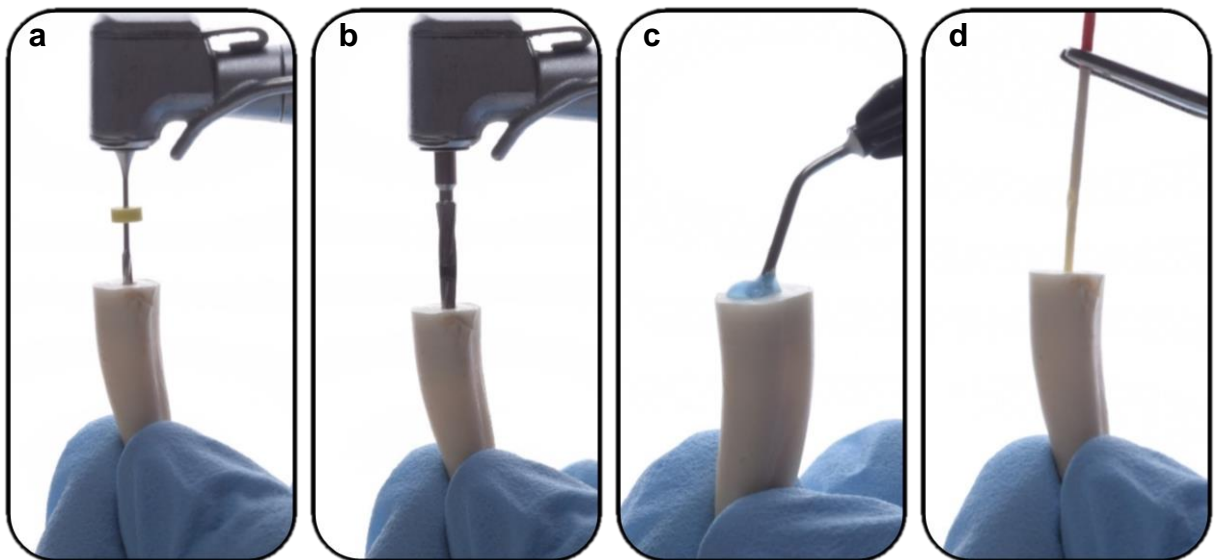
Ao final da instrumentação, os condutos foram lavados com água destilada e secos com cones de papel absorvente (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil). Os condutos não foram obturados para não haver interferência da guta-percha e cimento endodôntico na adesão do pino de fibra de vidro à dentina radicular. Foi realizado um selamento apical com guta-percha aquecida com calcador de Paiva para não haver extravasamento do cimento resinoso (Figura 2). As raízes foram armazenadas em ambiente com 100% de umidade e mantidas sob temperatura de 10° C ( $\pm 2$  °C).



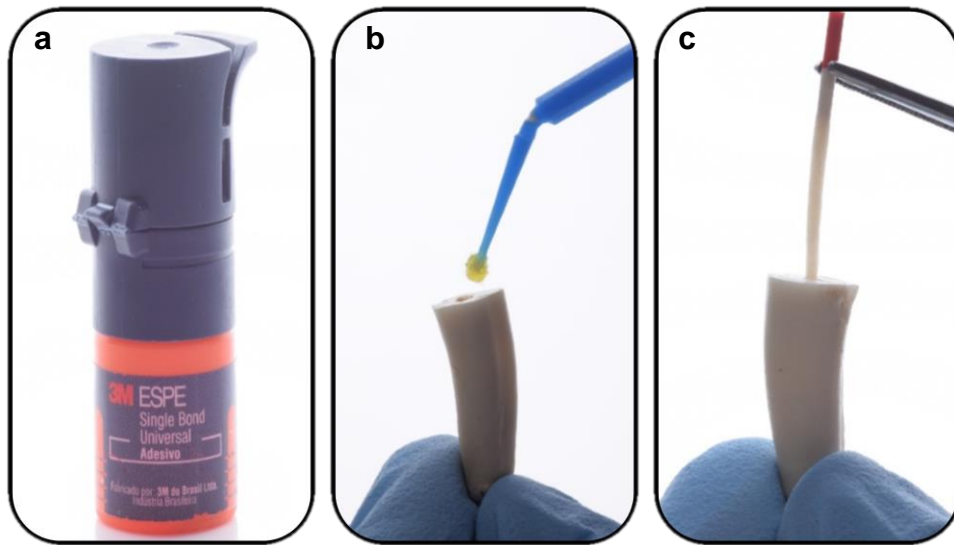
**Figura 2** - Preparo químico-mecânico: a) Instrumentação endodôntica; b) Irrigação; e c) Aspiração.

## 2.5 Preparo dos condutos e pinos

Após 24 horas, os condutos foram remodelados com broca largo n°3 e com a broca de 1,5mm de diâmetro, que acompanha o kit de pino Whitepost DC n°2 (FGM, Joinville, SC, Brasil) correspondente ao diâmetro do pino utilizado, a um comprimento de 13 mm deixando 3 mm de selamento apical. As paredes dentinárias do canal radicular foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% (Biodinâmica Química e Farmacêtica LTDA, Iporã-PR, Brasil) por 15 segundos, lavadas pelo dobro do tempo com água destilada e secas com cones de papel absorvente (Figura 3). Em seguida, foi aplicada uma camada do sistema adesivo de 2 passos Single Bond Universal (3M ESPE, St Paul, Mn, EUA), com microaplicador fino para alcance do adesivo até a região apical, e removidos os excessos do interior dos condutos com cone de papel absorvente (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil) (Figura 4), para seguir com a fotoativação por 20s a partir da embocadura do canal, sob potência de luz  $\geq 1200 \text{ mw/cm}^2$ , com fotopolimerizador Opitilight Max (Gnatus Equipamentos Médicos Odontológicos, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

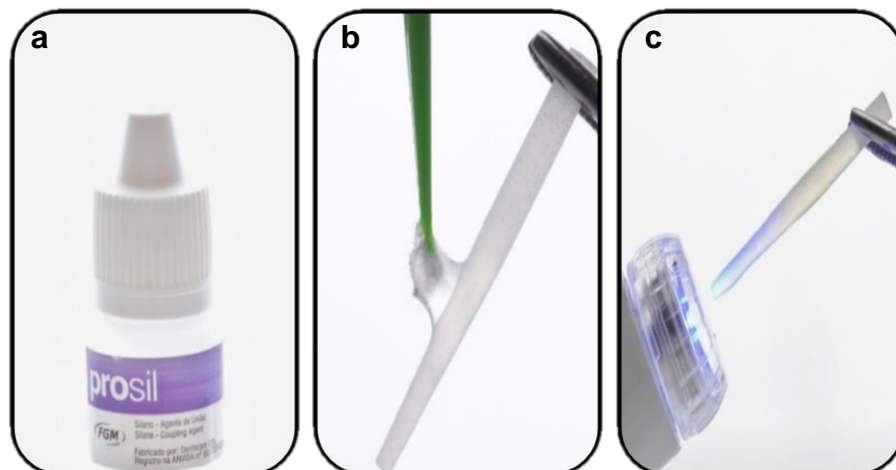


**Figura 3** - Preparo do canal: a) Broca Largo n.3; b) Broca do kit Whitepost; c) Condicionamento ácido por 15s e d) Secagem com cones de papel absorvente.



**Figura 4** - Preparo do canal: a) Adesivo Single Bond Universal; b) Aplicação do adesivo; c) Remoção dos excessos com cone de papel absorvente.

Todas as raízes foram preenchidas com pino de fibra de vidro cônico Whitepost DC n°2 (FGM, Joinville, SC, Brasil), com diâmetro de 1,5mm, e cimento resinoso dual RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, Mn, EUA). Os pinos de fibra de vidro foram limpos com álcool etílico e posteriormente silanizados com Silano Prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil), deixando secar por 1 minuto (Figura 5).



**Figura 5** – Preparação do pino: a) Silano Prosil; b) Aplicação do silano; e c) Fotoativação do pino.

Foi utilizado um cimento resinoso dual na apresentação de clicker RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, Mn, EUA), que propicia liberação de partes iguais de catalizador e base, sendo posteriormente manipulado com auxílio de uma espátula Suprafill em um bloco de espatulação.

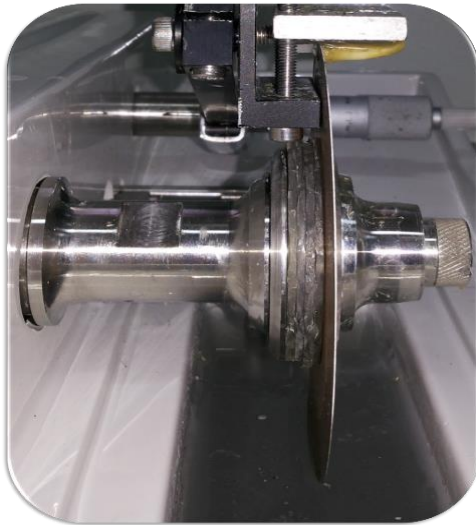
Com auxílio de uma broca Lentulo o cimento resinoso foi levado ao conduto e o pino inserido em posição imediatamente. Os excessos do cimento foram removidos e a fotopolimerização foi realizada por 60 segundos, a partir da porção coronária. Todas as raízes foram envolvidas com papel alumínio para que não houvesse dissipação da luz durante a fotopolimerização.

Após a cimentação, as raízes foram armazenadas por 24h em Ependorfs com 100% de umidade, ao abrigo da luz e mantidos sob temperatura de 10° C ( $\pm 2$  °C). Todas as etapas foram realizadas por um único operador.

## **2.6 Teste de resistência à extrusão (*push-out*)**

Após o armazenamento as raízes de cada grupo foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo com disco diamantado (Extec Dia. Wafer Blade 4" x0.12x 1/2, cód. 1010-584, Extec Corp. Enfield – Connecticut, USA) adaptado a uma Máquina de Cortes Precisos (Extec Corp. Labcut 150, Ser. No. T-0741-166, Enfield, USA), para se obter 9 fatias de 1 mm de espessura, sendo 3 fatias de cada terço (coronal, médio e apical). Para isso, os espécimes foram fixados em uma base de alumínio com cera pegajosa em bastão (Asfer – Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil), lamparina (Jon, Ind. Brás – São Paulo, Brasil) e uma espátula 7 (Jon, Ind, Brás – São Paulo, Brasil), mantendo o paralelismo da superfície planificada com a placa (Figura 6). Após a obtenção das fatias, as mesmas foram identificadas de acordo com a região radicular, em terços coronal, médio e apical e de acordo com a face (coronal ou apical). Em seguida, foram armazenadas em Ependorfs com 100% de umidade, ao abrigo da luz e mantidos sob temperatura de 10 °C( $\pm 2$  °C) pelo período de 7 dias. Os cortes foram iniciados na porção cervical, sendo desprezado o primeiro corte a 1 mm a partir da embocadura do canal radicular.

Decorrido o período de armazenamento, as fatias foram posicionadas em um suporte metálico de aço inoxidável contendo um orifício central com 2 mm de diâmetro. Devido ao formato cônico dos pinos, a carga foi aplicada no sentido apico-coronal a partir da superfície apical, de forma que o pino fosse empurrado em direção à porção mais larga do conduto (Figura 7).



**Figura 6** - Recorte das fatias na Máquina de cortes precisos (EXTEC).



**Figura 7** - Push-out na Máquina Universal de Ensaio Mecânicos (EMIC).

A carga foi aplicada apenas sobre a superfície do pino por meio de uma ponta, com variação de 0,8mm a 1,2mm de diâmetro, acoplada à máquina de ensaio universal EMIC (modelo DL 2000, EMIC – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. -São José dos Pinhais, PR, Brasil), na velocidade de 0,5 mm/min, até ocorrência de ruptura de união, através de célula de carga de 100N.

## 2.7 Conversão de valores

Para o cálculo da resistência adesiva (em MPa), a força de ruptura, registrada em Newtons (N), foi dividida pela área de adesão do pino.

Como o fragmento do pino tem o formato cônico, os diâmetros coronal e apical dos pinos, em cada superfície da fatia, e espessuras das fatias foram medidos utilizando um paquímetro digital (Digimess Instrumentos de Precisão Ltda, São Paulo, Brasil) e a área total, em mm<sup>2</sup>, da interface adesiva foi calculada aplicando a fórmula:

$$A = \pi (R_2 + R_1) [(h^2 + (R_2 - R_1)^2)^{0,5}]$$

Onde:  $\pi = 3,14$ ;  $R_2$  = raio coronal do fragmento de pino;  $R_1$  = raio apical do fragmento de pino; e  $h$  = espessura da fatia.

## **2.8 Análise estatística**

Os dados foram tabulados considerando as variáveis do uso de diferentes técnicas, soluções irrigadoras e terços radiculares. Passando no teste de distribuição normal de Shapiro-Wilk, as análises foram realizadas pelo teste de ANOVA a dois critérios e comparações múltiplas com Tukey, ambos com  $p < 0,05$ .

### 3. ARTIGO

O artigo será submetido ao periódico *Journal of Endodontics* (ISSN: 00992399). Sua qualificação Qualis em 2014, na área de avaliação “Odontologia” foi A e seu fator de impacto segundo o critério de classificação da *Journal Citations Reports* (JCR) em 2014 foi de 2.788.

#### 3.1 Introdução

Os pinos de fibra de vidro são frequentemente usados para auxiliar no suporte e retenção das restaurações diretas e indiretas, e são considerados uma opção prática e econômica para dentes que tiveram grande perda de estrutura dentinária e comprometimento pulpar (Chieruzzi et al., 2012). Sua fixação é feita através da adesão à dentina radicular, que pode ser influenciada por diversos fatores, dentre eles estão a ação de algumas soluções irrigadoras essenciais para o sucesso do tratamento endodôntico como o hipoclorito de sódio (NaOCl) e o ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA), que agem muitas vezes prejudicando a adesão dos materiais restauradores à dentina radicular (Farina et al., 2011; Castelo et al., 2012; Khoroushi & Kachuei, 2013; Skupien et al, 2015).

De todas as substâncias irrigadoras utilizadas para o tratamento endodôntico atualmente, o NaOCl é o mais ideal, principalmente devido a sua capacidade única de dissolver o tecido necrótico e os componentes orgânicos de *smear layer*, porém, não possui a capacidade de diluição das partículas inorgânicas de dentina, não auxiliando na remoção de *smear layer* durante a instrumentação (Zehnder, 2006). Agentes desmineralizadores tais como o EDTA e ácido cítrico possuem ação quelante e tem sido utilizados como coadjuvantes no tratamento endodôntico para remoção do *smear layer* (Zehnder, 2006).

Apesar do NaOCl ser a substância química mais utilizada para os tratamentos endodônticos devido sua capacidade de dissolução de tecido orgânico, sua alta concentração pode causar inflamação dos tecidos periapicais (Desai & Himel, 2009), desta forma a clorexidina tem sido uma alternativa por possuir baixa toxicidade em relação ao NaOCl e alta substantividade (Rasimick et al., 2010). Ambas as soluções têm demonstrado serem antimicrobianos eficazes contra o *Enterococcus faecalis*, microorganismo que tem sido relacionado à falhas endodônticas, porém a clorexidina (CHX) com a ativação ultrassônica tem demonstrado melhor eficácia (Rico-Romano et al., 2016).

Ao longo da história da endodontia, esforços têm sido feitos de forma contínua a fim de desenvolver sistemas de distribuição e de agitação dos irrigantes mais eficazes (Park, 2013). Como a irrigação convencional com seringas, também conhecida como técnica por pressão

positiva (PPI) não é suficiente para a limpeza dos canais radiculares, tem sido sugerido o uso de ativação acústica do irrigante para aumentar a limpeza e desinfecção dos sistemas de canais. Os efeitos sinérgicos do ultrassom e do hipoclorito de sódio em solução aquosa parecem ser especialmente úteis neste contexto (Al jaada *et al.*, 2009), tendo se tornado uma prática cada dia mais comum entre os especialistas (Dutner *et al.*, 2011). Além disso, imagens térmicas tem sido usadas para demonstrar que os dispositivos ultrassônicos produzem calor em contato com a estrutura dentinária ou materiais dentários, sendo capazes de aumentar a temperatura do irrigante circundante do canal radicular em torno de 10° Celsius, o que tem se mostrado benéfico para o aumento da capacidade de dissolução dos tecidos pelo hipoclorito de sódio (Park, 2013).

Sabe-se que a instrumentação ultrassônica (UI) não é um método eficiente ou vantajoso na preparação de canais, pois é difícil controlar o corte da dentina durante seu uso e, portanto, perfurações, bem como canais altamente irregulares, são frequentemente produzidos. Já as técnicas (PUI e CUI) utilizadas como método complementar na irrigação, reforçam a desinfecção e dissolução dos tecidos, demonstrando serem superiores à Pressão Positiva de Irrigação (PPI) na irrigação final, tanto no alcance da solução irrigadora nos canais laterais como no comprimento de trabalho (Leoni *et al.*, 2016). Tanomaru-filho *et al.* (2015) não demonstraram diferença entre as técnicas de irrigação ultrassônica (PUI e CUI) em relação à limpeza dos sistemas de canais. Já Layton *et al.* (2015) concluíram que CUI foi a única técnica eficaz tanto para o alcance da solução no terço apical, como para eliminação de biofilme, quando comparada à técnica manual e à ativação ultrassônica intermitente (PUI).

Muitos estudos têm demonstrado a influência das soluções irrigadoras na resistência de união da dentina aos materiais restauradores, porém, existem poucas evidências da influência dessas soluções com diferentes técnicas em relação à cimentação adesiva de pinos de fibra de vidro (Santos *et al.*, 2006; Khoroushi & Kachuei, 2014). Portanto, o presente estudo tem a finalidade de abordar a influência de três técnicas de irrigação (Irrigação Manual, Irrigação Ultrassônica Passiva e Irrigação Ultrassônica Contínua) com as soluções de Hipoclorito de Sódio 5,25% e Clorexidina 2%, na resistência à extrusão *push-out* de pinos de fibra de vidro. As hipóteses nulas foram de que as diferentes técnicas de irrigação (PPI, PUI e CUI) com as soluções de NaOCl 5,25% e CHX 2% não influenciariam a resistência à extrusão *push out* dos pinos de fibra de vidro.



### 3.2 Materiais e Métodos

Foram selecionados para este estudo 90 dentes bovinos, anteriores com canal único (Figura 1). Os dentes foram seccionados na região cervical em um comprimento padronizado de 17mm. As raízes foram mantidas em água destilada, sob temperatura de 10° C ( $\pm 2$  °C), sendo periodicamente renovada, até o início do experimento.

O tratamento endodôntico das raízes foi realizado, pela técnica coroa-ápice, com limas K-file (Maillefer, Ballaigues, Suíça) até o instrumento memória #80, padronizado a uma profundidade de 16 mm. As raízes foram divididas aleatoriamente em 6 grupos experimentais (n=15), de acordo com a técnica de irrigação final e solução irrigadora, em PPIN (Controle1): PPI + NaOCl 5,25%; PUIN: PUI + NaOCl 5,25%; CUIN: CUI + NaOCl 5,25%; PPIC: PPI + CHX 2%; PUIC: PUI + CHX 2% e CUIC: CUI + CHX 2%. Todas as irrigações finais consistiram de 2ml (NaOCl 5,25% ou CHX 2%), 1ml de 17% EDTA e 2ml (NaOCl 5,25% ou CHX 2%). Durante o preparo químico-mecânico de todos os grupos foi realizada a irrigação manual (PPI) com agulha endodôntica Navitips Amarela (Ultradent® do Brasil, Inc., Itaici-Indaiatuba, SP) acoplada à seringa hipodérmica e para a aspiração pontas endodônticas Endo Tips 0,06 (Angelus® Indústria de Produtos Odontológicos S/A, Londrina-Pr, Brasil), sendo utilizadas técnicas de irrigação diferentes na ativação final de acordo com o grupos, exceto para os grupos controles (PPIN e PPIC), onde se manteve a técnica de irrigação manual (PPI). Nos grupos PUIN e PUIC, onde foi utilizada a técnica ultrassônica passiva, a ativação final (substância química-EDTA-substância química) foi feita utilizando a agulha endodôntica acoplada à seringa hipodérmica, e a agitação realizada, 1mm aquém do comprimento de trabalho, com inserto de aço inoxidável liso, rosca interna M3 X 0,5, E1 IRRISONIC (Helse Dental Technology, Santa Rosa de Viterbo-SP, Brasil), acoplado ao Ultrassom PM 200 (EMS, Nyon, Suíça), no nível 3 do equipamento, por 10s, com renovação da substância química através de seringa hipodérmica. Já nos grupos CUIN e CUIC, onde a ativação final foi realizada pela técnica ultrassônica contínua, a irrigação foi realizada através do mesmo inserto, 1mm aquém do comprimento de trabalho, entretanto o irrigante foi continuamente renovado por 10s. Ao final da instrumentação, os condutos foram lavados com água destilada, secos com cones de papel absorvente (Tanari, Manacapuru, AM, Brasil) e os ápices selados com guta-percha aquecida. Não foi realizada a obturação das raízes para não haver influência da guta-percha e cimento endodôntico com a adesão do pino à dentina radicular. As raízes foram armazenadas em Ependorfs, em ambiente com 100% de umidade e mantidas sob temperatura de 10 °C ( $\pm 2$  °C).

Após 24 horas, os condutos foram remodelados com broca largo n°3 e com a broca de que acompanha o kit de pino Whitepost (FGM, Joinville, SC, Brasil), a um comprimento de 13 mm. As paredes dentinárias do canal radicular foram condicionadas com ácido fosfórico a 37% (Biodinâmica Química e Farmacêtica LTDA, Iporã-PR, Brasil) por 15 segundos, lavadas e secas com cones de papel absorvente. Em seguida, foi aplicado o sistema adesivo Single Bond Universal (3M ESPE, St Paul, Mn, EUA) e removidos os excessos do interior dos condutos com cone de papel absorvente, para seguir com a fotoativação por 20s a partir da embocadura do canal. Os pinos de fibra de vidro Whitepost n°2 DC (FGM, Joinville, SC, Brasil) foram limpos com álcool etílico e posteriormente silanizados com Silano Prosil (FGM, Joinville, SC, Brasil). O cimento resinoso RelyX ARC (3M ESPE, St Paul, Mn, EUA) foi aplicado no espaço radicular com auxílio de uma broca Lentulo e o pino posto em posição imediatamente. Os excessos de cimentos foram removidos e a fotopolimerização realizada por 60s. Todas as raízes foram envolvidas com papel alumínio para que não houvesse dissipação da luz durante a fotopolimerização. As raízes foram armazenadas em Ependorfs, por 24h em água destilada, sob temperatura de 10 °C ( $\pm 2$  °C).

Após o armazenamento as raízes de cada grupo foram seccionadas perpendicularmente ao longo eixo com disco diamantado (Extec Dia. Wafer Blade 4" x0.12x 1/2, cód. 1010-584, Extec Corp. Enfield – Connecticut, USA) adaptado a uma máquina de cortes precisos (Extec Corp. Labcut 150, Ser. No. T-0741-166, Enfield, USA), para se obter 9 fatias de 1 mm de espessura, sendo 3 fatias de cada terço (coronal, médio e apical). Em seguida, foram armazenadas em água destilada, sob temperatura de 10 °C ( $\pm 2$  °C) por um período de 7 dias.

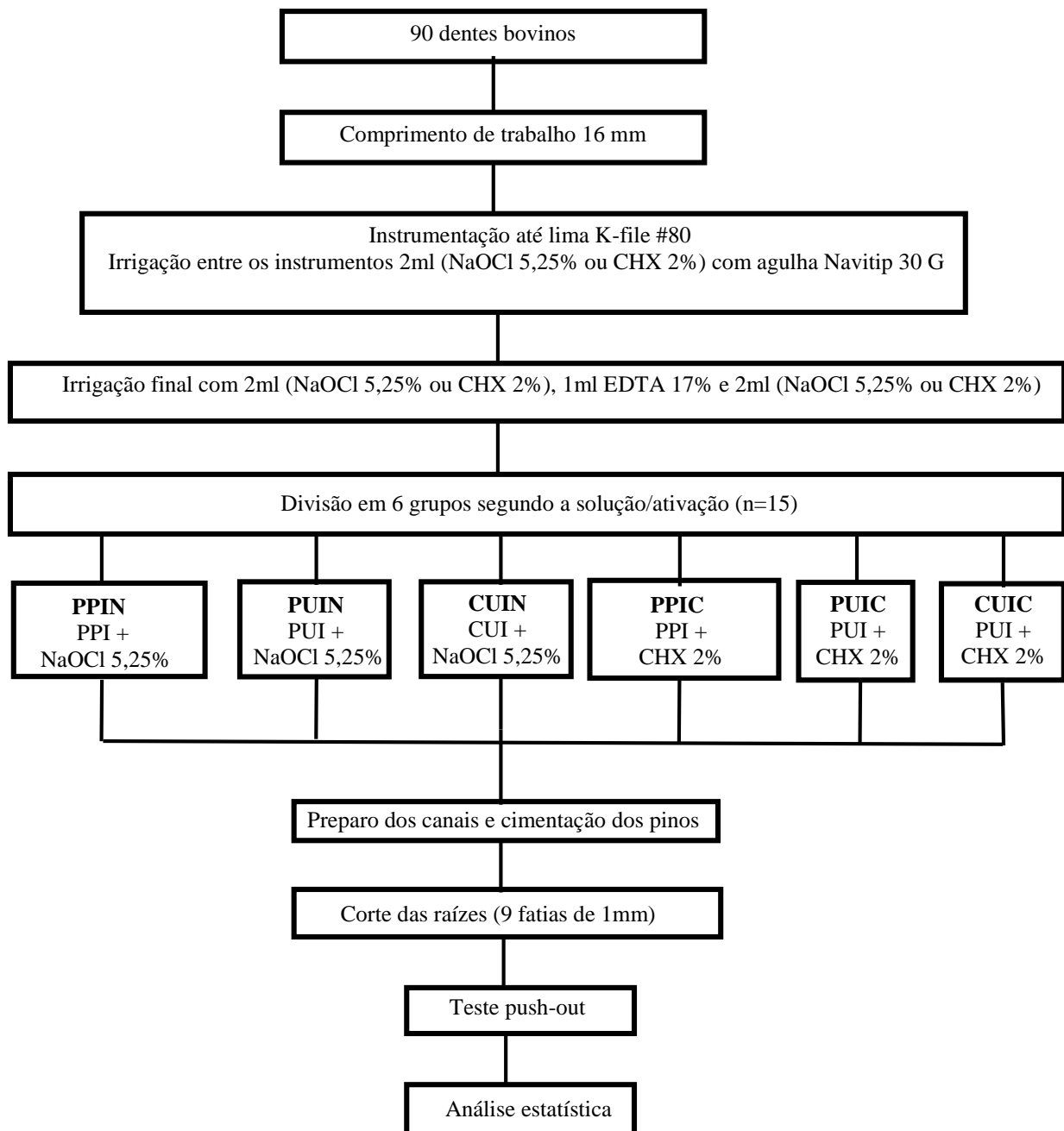
Para a realização dos testes de resistência à extrusão *push out*, a carga foi aplicada sobre a superfície do pino de cada fatia, por meio de uma ponta, com variação de 0,8mm a 1,2mm de diâmetro, acoplada à máquina de ensaio universal EMIC (modelo DL 2000, EMIC – Equipamentos e Sistemas de Ensaio Ltda. -São José dos Pinhais, PR, Brasil), na velocidade de 0,5 mm/min (100N), até ocorrência de ruptura de união. Para o cálculo da resistência de união (em MPa), a força de ruptura, registrada em Newtons (N), foi dividida pela área de adesão do pino. Como o fragmento do pino tem o formato cônico, os diâmetros coronal e apical dos pinos, em cada superfície da fatia, e espessuras das fatias foram medidos utilizando um paquímetro digital (Digimess Instrumentos de Precisão Ltda, São Paulo, Brasil) e a área total, em mm<sup>2</sup>, da interface adesiva foi calculada aplicando a fórmula:

$$A = \pi (R_2 + R_1) [h + (R_2 - R_1) \cdot 0,5]$$

Onde:  $\pi = 3,14$ ;  $R_2$  = raio coronal do fragmento de pino;  $R_1$  = raio apical do fragmento de pino; e  $h$  = espessura da fatia.

### 3.2.1 Análise estatística

Os dados foram tabulados considerando as variáveis do uso de diferentes técnicas de irrigação, diferentes soluções irrigadoras e diferentes terços radiculares. Passando no teste de distribuição normal de Shapiro-Wilk, as análises foram realizadas pelo teste de ANOVA a dois critérios e comparações múltiplas com Tukey, ambos com  $p < 0,05$ .



**Figura 2** - Fluxograma da Metodologia

### 3.3 Resultados

As médias e desvios-padrão da resistência de união e a comparação entre os grupos que utilizaram o NaOCl 5,25% e a CHX 2% estão demonstrados na Tabela 1. Em relação à técnica, a Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI) foi melhor que a Irrigação por Pressão Positiva (PPI) com as duas soluções irrigadoras. A PUI e CUI apresentaram semelhança estatística com ambas as soluções. Comparando as soluções isoladamente para cada técnica de irrigação, todos os valores de resistência de união foram semelhantes.

**Tabela 1 - Médias e desvios-padrão dos grupos (MPa).**

<b>Tratamento</b>	<b>NaOCl 5,25%</b>	<b>CHX 2%</b>
<b>PPI</b>	4,46 (1,43) <sup>aA</sup>	3,59 (1,70) <sup>aA</sup>
<b>PUI</b>	6,13 (2,35) <sup>abA</sup>	5,49 (1,41) <sup>abA</sup>
<b>CUI</b>	7,41 (1,83) <sup>bA</sup>	6,0 (1,63) <sup>bA</sup>

\*letras minúsculas diferentes representam diferença estatística entre linhas ( $p \leq 0,05$ ).

\*letras maiúsculas iguais representam semelhança entre colunas ( $p \leq 0,05$ ).

Na Tabela 2 estão demonstradas as médias e desvios-padrão de cada grupo em relação às técnicas (PUIN, PPIN e CUIN), de acordo com a região radicular, quando utilizada a solução de NaOCl 5,25%. Na região cervical, todas as técnicas de irrigação resultaram em valores semelhantes de resistência de união. No terço médio, a técnica CUI resultou em melhores valores que a PPI, com semelhança entre PPI e PUI. No terço apical, a CUI apresentou os melhores valores. Em relação à técnica, a CUI foi a que resultou em valores semelhantes nos três terços radiculares, influenciando positivamente os valores de resistência adesiva na região apical.

**Tabela 2 - Médias e desvios-padrão de cada grupo com NaOI 5,25% (MPa), em relação aos terços.**

<b>Grupo</b>	<b>Cervical</b>	<b>Médio</b>	<b>Apical</b>
<b>PPIN</b>	6,67 (2,42) <sup>aA</sup>	4,20 (2,39) <sup>bA</sup>	2,51 (0,85) <sup>bA</sup>
<b>PUIN</b>	7,99 (3,69) <sup>aA</sup>	6,13 (3,62) <sup>abAB</sup>	4,27 (2,57) <sup>bA</sup>
<b>CUIN</b>	8,68 (3,46) <sup>aA</sup>	6,99 (2,10) <sup>aB</sup>	6,55 (2,53) <sup>aB</sup>

\*letras MINUSCULAS diferentes representam diferença estatística entre colunas ( $p \leq 0,05$ ).

\*letras MAIÚSCULAS diferentes representam diferença estatística entre linhas ( $p \leq 0,05$ ).

Na tabela 3 estão demonstradas as médias e desvios-padrão de cada técnica (PUI, PPI e CUI), de acordo com a região radicular, quando utilizada a solução de CHX 2%. Assim como

na Tabela 2, todas as técnicas de irrigação resultaram em semelhança de valores na região cervical e média das raízes. No terço apical, a técnica CUI apresentou os melhores valores, diferindo da técnica PPI. A técnica PUI se igualou tanto à PPI quanto à CUI. Ainda, a técnica CUI manteve homogeneidade da resistência adesiva nos três terços da raiz, também influenciando positivamente os valores de resistência adesiva na terço apical.

**Tabela 3 – Médias e desvios-padrão de cada grupo com CHX 2% (MPa), em relação aos terços.**

<b>Grupo</b>	<b>Cervical</b>	<b>Médio</b>	<b>Apical</b>
<b>PPIC</b>	5,18 (2,58) <sup>aA</sup>	3,08 (2,36) <sup>aAB</sup>	2,50 (1,77) <sup>aB</sup>
<b>PUIC</b>	7,19 (2,23) <sup>aA</sup>	5,15 (2,28) <sup>aAB</sup>	4,12 (1,92) <sup>abB</sup>
<b>CUIC</b>	6,49 (1,44) <sup>aA</sup>	5,92 (2,46) <sup>aA</sup>	5,48 (2,47) <sup>bA</sup>

\*letras minúsculas diferentes representam diferença estatística entre linhas ( $p \leq 0,05$ ).

\*letras maiúsculas diferentes representam diferença estatística entre colunas ( $p \leq 0,05$ ).

### 3.4 Discussão

Não há evidências na literatura sobre a influência das técnicas de irrigação ultrassônica, utilizadas durante o tratamento endodôntico, na resistência adesiva de pinos de fibra de vidro. Estudos semelhantes, e ainda recentes, avaliam essas técnicas de irrigação, somente após o preparo do canal radicular, na resistência adesiva dos pinos de fibra de vidro à dentina radicular (Arslan *et al.*, 2015; Ekim *et al.*, 2015; Bitter *et al.*, 2013). Assim como a abordagem da utilização das soluções irrigadoras (NaOCl, EDTA, CHX) com técnicas ultrassônicas no tratamento endodôntico, para remoção de smear layer e alcance da solução irrigadora no comprimento de trabalho e canais laterais (Al Jaada *et al.*, 2009; De Gregorio *et al.*, 2010; Castelo *et al.*, 2012), não as relacionando com a resistência adesiva na cimentação de pinos.

Este estudo rejeita a hipótese nula de que as técnicas de irrigação (PPI, PUI e CUI) não influenciam a resistência de união frente ao teste de extrusão (*push-out*) dos pinos de fibra de vidro. A técnica de Irrigação Ultrassônica Contínua (CUI) apresentou diferença estatisticamente significativa no terço apical, demonstrando-se superior aos valores dos terços médio e cervical, quando utilizadas ambas as soluções irrigadoras. Já em relação às soluções irrigadoras, a hipótese nula é aceita, já que não houve diferença estatisticamente significativa quando utilizados o NaOCl 5,25% ou a CHX 2% com a mesma técnica de irrigação, na média geral dos valores de resistência de união. Peleguine *et al.* (2010) avaliaram a influência de

diversas concentrações de NaOCl e CHX 2% em gel, e seus resultados demonstraram que as diferentes soluções irrigadoras não influenciam a resistência adesiva de pinos de fibra de vidro. Assim como no presente estudo, a utilização do NaOCl não diminuiu a adesividade comparado aos grupos com clorexidina. Em relação à desinfecção durante o preparo químico-mecânico de canais necróticos, ambas as soluções demonstraram-se eficazes, não havendo evidências que sugeriram que o NaOCl ou a CHX seja o agente irrigante de escolha durante o tratamento endodôntico (Gonçalves *et al.*, 2016).

A utilização da irrigação por pressão positiva (PPI) tem se mostrado extremamente ineficaz no preparo-químico mecânico tanto no alcance da solução irrigadora como na remoção de smear layer (De Gregorio *et al.*, 2010; Castelo *et al.*, 2012; Mozo *et al.*, 2014). Neste estudo, a técnica PPI demonstrou em todos os terços, com as duas soluções irrigadoras, os menores valores de resistência adesiva, assemelhando-se à técnica ultrassônica passiva (PUI). Logo, apesar de estudos prévios demonstrarem que a técnica PUI é superior à técnica PPI na irrigação de canais, em relação à resistência adesiva esta técnica não demonstrou benefícios no presente estudo.

Foi demonstrado também que os grupos CUIC e CUIN apresentaram valores significativamente maiores na região apical comparado aos grupos PPIN e PPIC. Ainda, os valores em todos os terços (cervical, médio e apical) não demonstraram diferença estatística entre si, diferentemente dos demais grupos, que tiveram sua resistência adesiva diminuída a medida que o pino de fibra de vidro se distanciava da região cervical. Desta forma, podemos especular que, por se tratar de uma técnica de irrigação que propicia melhor alcance da solução irrigadora em todo o comprimento de trabalho, a associação da vibração ultrassônica passiva contínua (CUI) com NaOCl 5,25%, CHX 2% e EDTA 17% difundiu de forma mais eficaz as soluções, resultando em melhor limpeza dos túbulos dentinários e maior difusão da resina, aumentando a adesão do cimento resinoso à dentina radicular. A principal vantagem desta técnica é a contínua renovação de solução e a capacidade de ativação sem contato direto entre o inserto do ultrassom e a solução. Em outras palavras, a solução irrigadora é fornecida a partir da agulha em um estado ativado, evitando a necessidade de inserção desta no terço apical do canal radicular (Castelo *et al.*, 2012). Resultados semelhantes foram observados por Arslan *et al.* (2013), em que avaliaram a eficácia de diferentes protocolos de irrigação, após o preparo do canal, na retenção de pinos de fibra de vidro à dentina radicular, com o teste de tração (*pull-out*). A utilização do ultrassom demonstrou valores significativamente mais altos do que a irrigação somente com NaOCl ou EDTA. Já Tanomaru-Filho *et al.* (2015) não demonstrou

diferença significativa entre as técnicas intermitente e contínua, na limpeza dos canais radiculares, nos terços médio e apical.

O protocolo das técnicas de ativação utilizadas somente na irrigação final após a instrumentação, foi baseado em estudos prévios que investigaram os benefícios da ativação ultrassônica passiva na limpeza dos canais (Castelo *et al.*, 2012; De Gregorio *et al.*, 2010; Caron *et al.*, 2010; Herrera *et al.*, 2013). Todos demonstraram desnecessária sua utilização durante todo o preparo químico-mecânico, além de desaconselhar a utilização da instrumentação ultrassônica (UI), devido ao difícil controle durante o corte da dentina, podendo levar frequentemente à produção de perfurações e canais altamente irregulares.

Devido à característica de o hipoclorito de sódio ser um efetivo diluente de matéria orgânica, uma melhor limpeza dos sistemas de canais durante o preparo químico-mecânico é alcançada com a sua utilização (Gu *et al.*, 2006), porém pode causar a degradação da dentina devido à dissolução colágena, através da quebra das cadeias de carbono e desorganização da estrutura protéica (Ishizuka *et al.*, 2001). Isso pode impedir a formação de uma consistente camada híbrida, resultando em uma diminuição da resistência de união entre o sistema adesivo e as paredes do canal radicular (Skupien *et al.*, 2015). Outros estudos têm observado que a formação da camada híbrida foi mais profunda após o uso do NaOCl 5% e que a camada de fibrilas colágenas pode interferir na resistência de união, sendo aconselhável a remoção dessa camada para maior duração da adesividade (Vargas *et al.*, 1997; Prati, *et al.*, 1999; Saboia *et al.*, 2000). Porém, os resultados do presente estudo não demonstraram diferença nos valores de resistência de união quando o NaOCl 5,25% ou a CHX 2% foram utilizados com as mesmas técnicas. Um estudo recente concluiu que a utilização de EDTA e irrigação ultrassônica passiva (PUI) na fase final do tratamento endodôntico, é eficaz na limpeza de canais radiculares, independentemente do uso da CHX ou NaOCl como irrigante final (Carmen *et al.*, 2015). Desta forma, podemos verificar que as técnicas ultrassônicas são de suma importância tanto para o sucesso do tratamento endodôntico como para uma eficaz adesão por todo o comprimento de trabalho da estrutura dentinária.

A ativação do EDTA pode também ter auxiliado na adesividade, aumentando a remoção de smear layer e propiciando uma melhor formação da camada híbrida. Valores significativamente maiores de resistência dos pinos de fibra de vidro à dentina radicular já foram observados quando utilizado o EDTA 17% associado ao ultrassom, do que somente a utilização do NaOCl e EDTA (Arslan *et al.*, 2013).

Dentro das limitações deste estudo, futuras investigações necessitam ser realizadas com maior tempo de armazenamento das amostras, assim como a utilização de concentrações menores de NaOCl, já que as técnicas de ativação podem aumentar a eficácia dessa solução.

### **Agradecimentos**

Ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas – PPGO/UFAM.

### **3.5 Referências**

- Al-Jadaa A. et al. Hypochlorite Activation in Simulated Cured Canals. JOE 2009; 5:1408-1411.
- Arslan H. et al. Efficacy of different treatments of root canal walls on the pull-out bond strength of the fiber posts. Lasers Med Sci 2013; 30:863–868.
- Bitter K. et al. Various irrigation protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. Eur J Oral Sci 2013; 121:349–354.
- Carmen L. et al. The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 3% sodium hypochlorite in canal wall cleaning. J Clin Exp Dent 2015; 7:69-73.
- Caron G. et al. Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. Journal of Endodontics 2010; 36:1361-1366.
- Castelo-Baz P. et al. In vitro Comparison of Passive and Continuous Ultrasonic Irrigation in Simulated Lateral Canals of Extracted Teeth. Journal of Endodontics 2012; 38:688-690.
- Chieruzzi M. et al. Compressive and flexural behaviour of fibre reinforced endodontic posts. Journal of Dentistry 2012; 40: 968-78.
- De Gregorio C. et al. Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An *In vitro* Study. JOE 2010; 36:1216-1221.
- Dutner J, Mines P, Anderson A. Irrigation Trends among American Association of Endodontists Members: A Web-based Survey. JOE, 2011.



Desai P; Himel V. Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J End* 2009; 35: 545-549

Ekim SNA; ERDEMIR A. Effect of different irrigant activation protocols on push-out bond strength. *Laser Med Sci* 2015; 30:2143–2149.

Farina AP. et al. Influence of endodontic irrigants on bond strength of a self etching adhesive. *Australian Endodontic Journal* 2011; 37:26–30.

Gonçalves LS. et al. The Effect of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine as Irrigant Solutions for Root Canal Disinfection: A Systematic Review of Clinical Trials. *J Endod* 2016; 42:527-532.

Hawkins CL; Davies MJ. Hypochlorite-induced oxidation of proteins in plasma: formation of chloramines and nitrogen-centered radicals and their role in protein fragmentation. *Biochem J* 1999; 340:539-548.

Herrera DR, et al. Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. *Microsc Res Tech* 2013; 76:364-369.

Ishizuka T, et al. Effect of NaOCl treatment on bonding to root canal dentin using a new evaluation method. *Dent Mater J* 2001; 20:24-33.

Khoroushi M, Kachuei M. Pull-out bond strength of a self-adhesive resin cement to NaOCl-treated root dentin: effect of antioxidizing agents. *Rest Dent End* 2014; 39:95-103.

Layton G, et al. Fluid Dynamics and Biofilm Removal Generated by Syringe-delivered and 2 Ultrasonic-assisted Irrigation Methods: A Novel Experimental Approach. *J Endod* 2015; 41: 884-889.

Leoni GB, et al. Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J* 2016.

Mozo S, et al. Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. *J Clin Exp Dent* 2014; 6:47-52.

Park E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics* 2013; 29:125-159.

Pelegrine RN, *et al.* Influence of chemical irrigants on the tensile bond strength of an adhesive system used to cement glass fiber posts to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010; 110:73-76.

Perdigão JJ, Reis AA, Loguercio AD. Dentin adhesion and MMPs: A Comprehensive Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2013; 25:219-241.

Prati C, Chersoni S, Pashley DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater* 1999; 153:23–31.

Rasimick BJ, *et al.* Bacterial colonisation of root canal dentine previously treated with endodontic irrigants. *Aus Endod J* 2010; 36:70-73.

Rico-Romano C, *et al.* An analysis *in vivo* of intracanal bacterial load before and after chemo-mechanical preparation: A comparative analysis of two irrigants and two activation techniques. *J Clin Exp Dent* 2016; 8:9-13.

Saboia V, Rodrigues AL, Pimenta LAF. Effect of collagen removal on shear bond strength of two single-bottle adhesive systems. *Oper Dent* 2000; 25:395–400.

Santos JN, *et al.* Effect of Chemical Irrigants on the Bond Strength of a Self-Etching Adhesive to Pulp Chamber Dentin. *Journal of Endodontics* 2006; 32(11):1088-1090.

Skupien JA, *et al.* Pereira-Cenci, T. A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts. *Braz Oral Res*, 2015; 29(1):1-8.

Tanomaru-Filho M, *et al.* Intermittent or continuous ultrasonically activated irrigation:micro-computed tomographic evaluation of root canal system cleaning 2015.

Vargas MA, Cobb DS, Armstrong SR. Resin-dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without a hybrid layer. *Oper Dent* 1997; 22:159–166.

Zamany A, Safavi K, Spångberg LSW. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 2003; 96:578-581.

Zehnder M. Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics* 2006; 32:389-398.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A técnica de irrigação ultrassônica contínua (CUI) influenciou de forma positiva a resistência adesiva dos pinos de fibra de vidro à dentina radicular na região apical, independente da solução irrigadora utilizada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AL-JADAA, A. *et al.* Hypochlorite Activation in Simulated Cured Canals. *JOE*, 2009 out; 5(10):1408-1411.

AKISUE, E. *et al.* Effect of the Combination of Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine on Dentinal Permeability and Scanning Electron Microscopy Precipitate Observation. *JOE*, 2010; 36(5): 847-969.

ARSLAN, H. *et al.* Efficacy of different treatments of root canal walls on the pull-out bond strength of the fiber posts. *Lasers Med Sci*, 2013; 30:863–868.

BATEMAN, G.; RICKETTS, D.N.J; SAUNDERS, W.P. Fiber-based post systems: a review. *Br Dent J*, 2003; 195:43-8.

BETTINA, R.B. *et al.* Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate. *JOE*, 2007; 33(8):966-969.

BITTER, K. *et al.* Various irrigation on protocols for final rinse to improve bond strengths of fiber posts inside the root canal. *Eur J Oral Sci*, 2013; 121: 349–354.

BOUILLAGUET, S. *et.al.* Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dental Materials: official publication of the academy of dental materials*, 2003;19(3): 199-205.

CARMEN, L. *et al.* The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 3% sodium hypochlorite in canal wall cleaning. *J Clin Exp Dent*, 2015;7(1):69-73.

CARON, G. *et al.* Effectiveness of different final irrigant activation protocols on smear layer removal in curved canals. *Journal of Endodontics*, 2010; 36:1361 –1366.

CASTELO-BAZ, P. *et al.*. In vitro Comparison of Passive and Continuous Ultrasonic Irrigation in Simulated Lateral Canals of Extracted Teeth. *Journal of Endodontics*, 2012 mai; 38(5):688-690.

CHIERUZZI, M. *et al.* Compressive and flexural behaviour of fibre reinforced endodontic posts. *Journal of Dentistry*. 2012; 40: 968 –78.

DE GREGORIO, C. *et al.* Efficacy of Different Irrigation and Activation Systems on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals and up to Working Length: An *In vitro* Study. JOE, 2010 jul; 36(7):1216-1221.

DIMITROULI, M. *et al.* Push-out strength of fiber posts depending on the type of root canal filling and resin cement. Clinical oral investigations, 2011; 15(2): 273-281.

DUTNER, J.; MINES, P.; ANDERSON, A. Irrigation Trends among American Association of Endodontists Members: A Web-based Survey. JOE, 2011.

EKIM, S.N.A.; ERDEMIR, A. Effect of different irrigant activation protocols on push-out bond strength. Laser Med Sci, 2015 mai; 30:2143–2149.

FARINA, A.P. *et al.* Influence of endodontic irrigants on bond strength of a self etching adhesive. Australian Endodontic Journal, 2011; 37:26–30.

FOKKINGA, W.A. *et al.* A structural analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal, and ceramic post-and-core systems. Int J Prosthodont, 2004; 17:476-482.

GU, L. *et al.* Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. J Endod, 2009 jun; 35(6):791–804.

HAWKINS, C.L.; DAVIES, M.J. Hypochlorite-induced oxidation of proteins in plasma: formation of chloramines and nitrogen-centered radicals and their role in protein fragmentation. Biochem J 1999; 340: 539-548.

HERRERA, D.R. *et al.* Efficacy of different final irrigant activation protocols on smear layer removal by EDTA and citric acid. Microsc Res Tech, 2013; 76:364 - 369.

ISHIZUKA T, *et al.* Effect of NaOCl treatment on bonding to root canal dentin using a new evaluation method. Dent Mater J, 2001; 20:24-33.

JEANSONNE, M.J.; WHITE, R.R. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J Endod, 1994; 20:276–8.

KHOROUSHI, M.; KACHUEI, M. Pull-out bond strength of a self-adhesive resin cement to NaOCl-treated root dentin: effect of antioxidizing agents. Rest Dent End, 2014; 39(2):95-103.

LAYTON, G. *et al.* Fluid Dynamics and Biofilm Removal Generated by Syringe-delivered and 2 Ultrasonic-assisted Irrigation Methods: A Novel Experimental Approach. *J Endod*, 2015; 41 (6): 884-889.

LEONARDO, M.R. *et al.* In vivo antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod*, 1999; 25:167-71.

LEONI, G.B. *et al.* Ex vivo evaluation of four final irrigation protocols on the removal of hard-tissue debris from the mesial root canal system of mandibular first molars. *Int Endod J*, 2016.

MORRIS, M.D. *et al.* Effects of sodium hypochlorite and RC-prec on bond strengths of resin cement to endodontic surfaces. *Journal of endodontics*, 2001; 27(12):753-757.

MOZO, S. *et al.* Effectiveness of passive ultrasonic irrigation in improving elimination of smear layer and opening dentinal tubules. *J Clin Exp Dent*, 2014;6(1):47-52.

OZTURK, B.; OZER, F. Effect of NaOCl on Bond Strengths of Bonding Agents to Pulp Chamber Lateral Walls. *J Endod*, 2004; 30(5):362-5.

PARK, E. Ultrasonics in endodontics. *Endodontic Topics*, 2013; 29:125-159.

PELEGRINE, R.N. *et al.* Influence of chemical irrigants on the tensile bond strength of an adhesive system used to cement glass fiber posts to root dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2010; 110(5): 73-76

PERDIGÃO, J.J.; REIS, A.A.; LOGUERCIO, A.D. Dentin adhesion and MMPs: A Comprehensive Review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 2013 ago; 25(4):219-241.

PRATI, C.; CHERSONI, S.; PASHLEY, DH. Effect of removal of surface collagen fibrils on resin-dentin bonding. *Dent Mater*, 1999; 153:23-31.

ROSENTHAL, S.; SPANGBERG, L.; SAFAVI, K. Chlorhexidine substantivity in root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, 2004; 98:488-92.

SABOIA, V.; RODRIGUES, AL.; PIMENTA, LAF. Effect of collagen removal on shear bond strength of two single-bottle adhesive systems. *Oper Dent*, 2000; 25:395-400.

SANTOS, JN. *et al.* Effect of Chemical Irrigants on the Bond Strength of a Self-Etching Adhesive to Pulp Chamber Dentin. *Journal of Endodontics*, 2006 nov; 32(11):1088-1090.

SCHWARTZ, RS.; ROBBINS, JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review, *J Endod*, 2004; 30: 289–301.

SKUPIEN, JA. *et al.* A systematic review of factors associated with the retention of glass fiber posts. *Braz Oral Res*, 2015 mai; 29(1):1-8.

TANOMARU-FILHO, M. *et al.* Intermittent or continuous ultrasonically activated irrigation:micro-computed tomographic evaluation of root canal system cleaning, 2015.

TAY, FR. *et al.* Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *Journal of endodontics*, 2005; 31(8):584-589.

VARGAS, MA.; COBB, DS; ARMSTRONG, SR. Resin-dentin shear bond strength and interfacial ultrastructure with and without a hybrid layer. *Oper Dent*, 1997; 22:159–66.

ZAMANY, A.; SAFAVI, K.; SPÅNGBERG, LSW.The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology*, 2003; 96(5):578-581.

ZEHNDER, M. Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*, 2006 mai; 32(5):389-398.

## ANEXOS

### Guidelines for Publishing Papers in the JOE

Writing an effective article is a challenging assignment. The following guidelines are provided to assist authors in submitting manuscripts.

The *JOE* publishes original and review articles related to the scientific and applied aspects of endodontics. Moreover, the *JOE* has a diverse readership that includes full-time clinicians, full-time academicians, residents, students and scientists. Effective communication with this diverse readership requires careful attention to writing style.

#### 1. General Points on Composition

1. Authors are strongly encouraged to analyze their final draft with both software (*e.g.*, spelling and grammar programs) and colleagues who have expertise in English grammar. References listed at the end of this section provide a more extensive review of rules of English grammar and guidelines for writing a scientific article. Always remember that clarity is the most important feature of scientific writing. Scientific articles must be clear and precise in their content and concise in their delivery since their purpose is to inform the reader. The Editor reserves the right to edit all manuscripts or to reject those manuscripts that lack clarity or precision, or have unacceptable grammar or syntax. The following list represents common errors in manuscripts submitted to the *JOE*:

2. The paragraph is the ideal unit of organization. Paragraphs typically start with an introductory sentence that is followed by sentences that describe additional detail or examples. The last sentence of the paragraph provides conclusions and forms a transition to the next paragraph. Common problems include one-sentence paragraphs, sentences that do not develop the theme of the paragraph (see also section “c” below), or sentences with little to no transition within a paragraph.

3. Keep to the point. The subject of the sentence should support the subject of the paragraph. For example, the introduction of authors’ names in a sentence changes the subject and lengthens the text. In a paragraph on sodium hypochlorite, the sentence, “In 1983, Langeland et al., reported that sodium hypochlorite acts as a lubricating factor during instrumentation and helps to flush debris from the root canals” can be edited to: “Sodium hypochlorite acts as a lubricant during instrumentation and as a vehicle for flushing the



generated debris (Langeland et al., 1983)." In this example, the paragraph's subject is sodium hypochlorite and sentences should focus on this subject.

4. Sentences are stronger when written in the active voice, *i.e.*, the subject performs the action. Passive sentences are identified by the use of passive verbs such as "was," "were," "could," etc. For example: "Dexamethasone was found in this study to be a factor that was associated with reduced inflammation," can be edited to: "Our results demonstrated that dexamethasone reduced inflammation." Sentences written in a direct and active voice are generally more powerful and shorter than sentences written in the passive voice.

5. Reduce verbiage. Short sentences are easier to understand. The inclusion of unnecessary words is often associated with the use of a passive voice, a lack of focus or run-on sentences. This is not to imply that all sentences need be short or even the same length. Indeed, variation in sentence structure and length often helps to maintain reader interest. However, make all words count. A more formal way of stating this point is that the use of subordinate clauses adds variety and information when constructing a paragraph. (This section was written deliberately with sentences of varying length to illustrate this point.)

6. Use parallel construction to express related ideas. For example, the sentence, "Formerly, endodontics was taught by hand instrumentation, while now rotary instrumentation is the common method," can be edited to "Formerly, endodontics was taught using hand instrumentation; now it is commonly taught using rotary instrumentation." The use of parallel construction in sentences simply means that similar ideas are expressed in similar ways, and this helps the reader recognize that the ideas are related.

7. Keep modifying phrases close to the word that they modify. This is a common problem in complex sentences that may confuse the reader. For example, the statement, "Accordingly, when conclusions are drawn from the results of this study, caution must be used," can be edited to "Caution must be used when conclusions are drawn from the results of this study."

8. To summarize these points, effective sentences are clear and precise, and often are short, simple and focused on one key point that supports the paragraph's theme.

9. Authors should be aware that the *JOE* uses iThenticate, plagiarism detection software, to assure originality and integrity of material published in the *Journal*. The use of copied sentences, even when present within quotation marks, is highly discouraged. Instead, the information of the original research should be expressed by new manuscript author's own words, and a proper citation given at the end of the sentence. Plagiarism will not be tolerated and manuscripts will be rejected, or papers withdrawn after publication based on unethical actions by the authors. In addition, authors may be sanctioned for future publication.

## 2. Organization of Original Research Manuscripts

**Please Note:** All abstracts should be organized into sections that start with a one-word title (in bold), i.e., *Introduction, Methods, Results, Conclusions, etc.*, and should not exceed more than 250 words in length.

1. **Title Page:** The title should describe the major emphasis of the paper. It should be as short as possible without loss of clarity. Remember that the title is your advertising billboard—it represents your major opportunity to solicit readers to spend the time to read your paper. It is best not to use abbreviations in the title since this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (*e.g.*, use “sodium hypochlorite” rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at [www.icmje.org](http://www.icmje.org)). The manuscript title, name and address (including email) of one author designated as the corresponding author. This author will be responsible for editing proofs and ordering reprints when applicable. The contribution of each author should also be highlighted in the cover letter.

2. **Abstract:** The abstract should concisely describe the purpose of the study, the hypothesis, methods, major findings and conclusions. The abstract should describe the new contributions made by this study. The word limitations (250 words) and the wide distribution of the abstract (*e.g.*, PubMed) make this section challenging to write clearly. This section often is written last by many authors since they can draw on the rest of the manuscript. Write the abstract in past tense since the study has been completed. Three to ten keywords should be listed below the abstract.

3. **Introduction:** The introduction should briefly review the pertinent literature in order to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. The purpose of the study, the tested hypothesis and its scope should be clearly described. Authors should realize that this section of the paper is their primary opportunity to establish communication with the diverse readership of the *JOE*. Readers who are not expert in the topic of the manuscript are likely to skip the paper if the introduction fails to succinctly summarize the gap in knowledge that the study addresses. It is important to note that many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals. Therefore, authors should refrain from performing extensive review of the literature, and discussing the results of the study in this section.

4. **Materials and Methods:** The objective of the materials and methods section is to permit other investigators to repeat your experiments. The four components to this section are the detailed description of the materials used and their components, the experimental design, the procedures employed, and the statistical tests used to analyze the results. The vast majority of manuscripts should cite prior studies using similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. Thus, the reader should still be able to understand the method used in the experimental approach and concentration of the main reagents (*e.g.*, antibodies, drugs, etc.) even when citing a previously published method. The inclusion of a “methods figure” will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then the authors should carefully describe the method and include validation experiments. If the study utilized a **commercial product**, the manuscript must state that they either followed manufacturer’s protocol *or* specify any changes made to the protocol. If the study used an ***in vitro* model** to simulate a clinical outcome, the authors must describe experiments made to validate the model, or previous literature that proved the clinical relevance of the model. Studies on **humans** must conform to the Helsinki Declaration of 1975 and state that the institutional IRB/equivalent committee(s) approved the protocol and that informed consent was obtained after the risks and benefits of participation were described to the subjects or patients recruited. Studies involving **animals** must state that the institutional animal care and use committee approved the protocol. The statistical analysis section should describe which tests were used to analyze which dependent measures; p-values should be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, drop-outs from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

5. **Results:** Only experimental results are appropriate in this section (*i.e.*, neither methods, discussion, nor conclusions should be in this section). Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts and Tables should be described in their order of numbering with a brief description of the major findings. Author may consider the use of supplemental figures, tables or video clips that will be published online. Supplemental material is often used to provide additional information or control experiments that support the results section (*e.g.*, microarray data).

6. **Figures:** There are two general types of figures. The first type of figures includes photographs, radiographs or micrographs. Include only essential figures, and even if essential, the use of composite figures containing several panels of photographs is encouraged. For

example, most photo-, radio- or micrographs take up one column-width, or about 185 mm wide X 185 mm tall. If instead, you construct a two columns-width figure (*i.e.*, about 175 mm wide X 125 mm high when published in the *JOE*), you would be able to place about 12 panels of photomicrographs (or radiographs, etc.) as an array of four columns across and three rows down (with each panel about 40 X 40 mm). This will require some editing to emphasize the most important feature of each photomicrograph, but it greatly increases the total number of illustrations that you can present in your paper. Remember that each panel must be clearly identified with a letter (*e.g.*, “A,” “B,” etc.), in order for the reader to understand each individual panel. Several nice examples of composite figures are seen in recent articles by Jeger et al (*J Endod* 2012;38:884–888); Olivieri et al., (*J Endod* 2012;38:1007–1011); Tsai et al (*J Endod* 2012;38:965–970). Please note that color figures may be published at no cost to the authors and authors are encouraged to use color to enhance the value of the illustration. Please note that a multipanel, composite figure only counts as one figure when considering the total number of figures in a manuscript (see section 3, below, for maximum number of allowable figures). The second type of figures are graphs (*i.e.*, line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). Examples include a graph depicting pain scores over time, etc. Graphs should be used when the overall trend of the results are more important than the exact numerical values of the results. For example, a graph is a convenient way of reporting that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo group over the first 24 hours, but was the same as the placebo group for the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

7. **Tables:** Tables are appropriate when it is critical to present exact numerical values. However, not all results need be placed in either a table or figure. For example, the following table may not be necessary:

% NaOCl	N/Group	% Inhibition of Growth
0.001	5	0
0.003	5	0
0.01	5	0
0.03	5	0
0.1	5	100
0.3	5	100
1	5	100

8. Instead, the results could simply state that there was no inhibition of growth from 0.001-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03-3% NaOCl (N=5/group). Similarly, if the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure. These and many other suggestions on figure and table construction are described in additional detail in Day (1998).

9. **Discussion:** This section should be used to interpret and explain the results. Both the strengths and weaknesses of the observations should be discussed. How do these findings compare to the published literature? What are the clinical implications? Although this last section might be tentative given the nature of a particular study, the authors should realize that even preliminary clinical implications might have value for the clinical readership. Ideally, a review of the potential clinical significance is the last section of the discussion. What are the major conclusions of the study? How does the data support these conclusions

10. **Acknowledgments:** All authors must affirm that they have no financial affiliation (*e.g.*, employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultantships, patent licensing arrangements or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest should be disclosed. Any author for whom this statement is not true must append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Likewise the sources and correct attributions of all other grants, contracts or donations that funded the study must be disclosed

11. **References:** The reference style follows Index Medicus and can be easily learned from reading past issues of the *JOE*. The *JOE* uses the Vancouver reference style, which can be found in most citation management software products. Citations are placed in parentheses at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Do not use superscript for references. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.

### 3. Manuscripts Category Classifications and Requirements

Manuscripts submitted to the *JOE* must fall into one of the following categories. The abstracts for all these categories would have a maximum word count of 250 words:

1. CONSORT Randomized Clinical Trial-Manuscripts in this category must strictly adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials-CONSORT- minimum guidelines for

the publication of randomized clinical trials. These guidelines can be found at [www.consort-statement.org/](http://www.consort-statement.org/). These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables\*.

2. Review Article-Manuscripts in this category are either narrative articles, or systematic reviews/meta-analyses. Case report/Clinical Technique articles even when followed by extensive review of the literature will should be categorized as “Case Report/Clinical Technique”. These manuscripts have a limit of 3,500 words, [including abstract, introduction, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables\*.

3. Clinical Research (*e.g.*, prospective or retrospective studies on patients or patient records, or research on biopsies, excluding the use of human teeth for technique studies). These manuscripts have a limit of 3,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures and 4 tables\*.

4. Basic Research Biology (animal or culture studies on biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation or pathology). Manuscripts that have a primary focus on biology should be submitted in this category while manuscripts that have a primary focus on materials should be submitted in the Basic Research Technology category. For example, a study on cytotoxicity of a material should be submitted in the Basic Research Technology category, even if it was performed in animals with histological analyses. These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or 4 tables\*.

5. Basic Research Technology (Manuscripts submitted in this category focus primarily on research related to techniques and materials used, or with potential clinical use, in endodontics). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 3 figures and tables\*.

6. Case Report/Clinical Technique (*e.g.*, report of an unusual clinical case or the use of cutting-edge technology in a clinical case). These manuscripts have a limit of 2,500 words [including abstract, introduction, materials and methods, results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references]. In addition, there is a limit of a total of 4 figures or tables\*.

\* Figures, if submitted as multipanel figures must not exceed 1 page length. Manuscripts submitted with more than the allowed number of figures or tables will require approval of the *JOE* Editor or associate editors. If you are not sure whether your manuscript falls within one of the categories above, or would like to request preapproval for submission of additional figures please contact the Editor by email at [jendodontics@uthscsa.edu](mailto:jendodontics@uthscsa.edu).

Importantly, adhering to the general writing methods described in these guidelines (and in the resources listed below) will help to reduce the size of the manuscript while maintaining its focus and significance. Authors are encouraged to focus on only the essential aspects of the study and to avoid inclusion of extraneous text and figures. The Editor may reject manuscripts that exceed these limitations.

**Available Resources:**

Strunk W, White EB. *The Elements of Style*. Allyn & Bacon, 4th ed, 2000, ISBN 020530902X.

Day R. *How to Write and Publish a Scientific Paper*. Oryx Press, 5th ed. 1998. ISBN 1-57356-164-9.

Woods G. *English Grammar for Dummies*. Hungry Minds:NY, 2001 (an entertaining review of grammar).

Alley M. *The Craft of Scientific Writing*. Springer, 3rd edition 1996 SBN 0-387-94766-3.

Alley M. *The Craft of Editing*. Springer, 2000 SBN 0-387-98964-1.