

Josemar Martins Ferreira

Efeito de agentes clareadores de uso interno  
na resistência de união de pinos de fibra de  
vidro à dentina radicular

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Odontologia da Universidade Federal de  
Uberlândia para obtenção do título de Mestre  
em Odontologia, área de Clínica  
Odontológica Integrada.

Uberlândia, 2012

Josemar Martins Ferreira

# Efeito de agentes clareadores de uso interno na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia para obtenção do título de Mestre em Odontologia, na área de Clínica Odontológica Integrada.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Estrela

Co-orientador: Prof. Dr. Carlos José Soares

Banca examinadora:

Prof. Dr. Carlos Estrela

Profa. Dra. Veridiana Resende Novais Simamoto

Prof. Dr. Manuel Damião de Sousa Neto

Uberlândia

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

F383e Ferreira, Josemar Martins, 1987-  
2012 Efeito de agentes clareadores de uso interno na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular / Josemar Martins Ferreira. -- 2012.  
53 f. : il.

Orientador: Carlos Estrela.  
Co-orientador: Carlos José Soares.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Inclui bibliografia.

1. Odontologia - Teses. 2. Materiais dentários - Teses. 3. Pinos dentários - Teses. 4. Clareadores - Teses. I. Estrela, Carlos. II. Soares, Carlos José. III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

---

CDU: 616.314

## **Dedico este trabalho**

### **Aos meus pais, Josemar e Suêde**

Obrigado por todas as oportunidades oferecidas, apoio, carinho e amor. Nunca encontrarei palavras suficientes para descrever o que representam para mim. São meu alicerce, meu exemplo e meu orgulho. Graças a vocês posso somar mais essa conquista na minha vida.

### **À minha irmã, Amanda**

Pessoa dotada de uma capacidade incrível de ser tão companheira quanto um melhor amigo e amável como uma mãe. Cada ano que passa percebo que a gente pode ter crescido, mas quando juntos somos as mesmas crianças de antes, brincando e nos divertindo. Obrigado pelo apoio, palavras de carinho, pela amizade e cumplicidade que temos.

### **Aos meus avós, Juca e Marlen**

Nenhuma pessoa no mundo teria uma sorte tão grande quanto a minha. Tenho vocês na minha vida. Tenho vocês na minha convivência. Essa convivência é diária! Maior fonte de sabedoria, respeito e carinho. Obrigado por serem tão amáveis, por me incentivarem em tudo e por simplesmente compartilharem mais um ciclo da minha vida.

## **Agradecimentos**

**Ao meu orientador, Prof. Dr. Carlos Estrela** por seu profundo conhecimento científico e pelos ensinamentos transmitidos. Minha gratidão pela orientação segura, pelo incentivo, confiança e pelas oportunidades oferecidas.

**Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Carlos José Soares e demais professores da pós-graduação** pelo conhecimento passado, respeito, incentivo e colaboração. São grandes exemplos de profissionais que devamos seguir.

**Ao meu amigo, Rodrigo** pela enorme ajuda na execução do experimento, apoio nas horas necessárias e pelo brilhante conhecimento estatístico.

**À minha amiga, Sara** pela amizade adquirida nesse período, por toda ajuda, apoio e companheirismo. Mais um ciclo concluído, com ainda alguns por vir.

**Aos meus amigos, Luiz Fernando, João Paulo, Éverton, Danilo, Aline, Natássia e demais colegas de pós-graduação** por todas as risadas, apuros e maluquices que passamos. Essa convivência que torna a vida mais divertida, o conhecimento mais sedimentado e o passado mais brilhante.

**Ao meu amigo, Marcondes** pelo incentivo desde nosso tempo na graduação. Amizade cultivada que durará por anos.

**À doutoranda, Fernanda Ribeiro Santana**, ou melhor, Fernandinha, por todo conhecimento transmitido, orientações a serem seguidas e incentivos para sempre ser melhor. Juntamente agradeço ao seu esposo Elvis que de livre e espontânea vontade “cedeu-nos” sua esposa por meses.

**À técnica, Mariani e o Prof. Marcelo Belleti** pelo auxílio na obtenção das imagens de microscopia confocal que acrescentam e ilustram o trabalho.

**À funcionária da Faculdade de Odontologia, Graça** pela atenção e ajuda nos momentos de necessidade.

**Aos professores, Lawrence Gonzaga Lopes, João Batista de Souza e Rogério Vieira Reges** pelo conhecimento científico passado que foi de grande importância para o aperfeiçoamento e êxito do trabalho.

**Aos meus tios, Aris e Neuza, meu primo, Gustavo e sua esposa, Lorena** pelo carinho em que fui recebido e tratado por todo o período que fiquei hospedado em sua casa. Foi um prazer enorme passar esse tempo com vocês.

**Aos meus, tios Haro e Luíza** por me receberem inúmeras vezes em sua casa. Sempre que precisei pude contar como um segundo lar.

**Ao meu primo, Rogério** pelo companheirismo incondicional. A amizade construída ao longo dos anos mostra que podemos contar um com o outro em qualquer ocasião, seja na diversão ou no trabalho, nos momentos bons e nos

momentos ruins. Graças a sua ajuda, em momentos pontuais, esse trabalho pode ser concluído.

**Ao, Jorge Lázaro da Optimum** pela doação dos materiais solicitados para realização do tratamento endodôntico das amostras, parte fundamental para viabilização deste trabalho.

**À, Patrícia da FGM** pela doação dos materiais solicitados, fator decisivo e importante para realização do trabalho.

**Às empresas, Ângelus e 3M** que enviaram os materiais solicitados permitindo a realização do trabalho.

## **Agradecimento especial**

**Ao meu primo, Frederico (*in memorian*)** pela ajuda, apoio e amizade. Difícil descrever quanto foi importante para mim essa convivência com você. Sentiremos saudade!

**“Saudade é uma coisa que não tem medida, é um vazio que a gente só pode preencher com a lembrança.”**

*Irene de Albuquerque*

**“Sempre faço o que não consigo fazer  
para aprender o que não sei!”**

*Pablo Picasso*



## Sumário

Lista de abreviaturas e siglas.....	10
Resumo.....	11
Abstract.....	12
1. Introdução.....	13
2. Revisão da literatura.....	16
3. Proposição.....	21
4. Material e métodos.....	23
4.1. Seleção dos dentes.....	24
4.2. Tratamento endodôntico.....	25
4.3. Clareamento interno.....	26
4.4. Preparo do canal radicular para inserção do retentor intra-radicular..	32
4.5. Cimentação do retentor intra-radicular.....	32
4.6. Preparo das amostras para o teste de <i>micropush-out</i> .....	33
4.7. Teste de <i>micropush-out</i> .....	33
4.8. Definição do padrão de falha por Microscopia Confocal a laser de varredura.....	34
4.9. Análise estatística dos resultados.....	35
5. Resultados.....	37
6. Discussão.....	43
7. Conclusão.....	47
Referências.....	49

## Lista de abreviaturas e siglas

cm – centímetro.

mm – milímetro.

nm – nanometro.

MPa – Megapascal.

°C – grau celsius.

n. – número.

N – newton.

Kgf – quilograma força.

mW/cm<sup>2</sup> – miliwatts por centímetro quadrado.

mm/min – milímetro por minuto.

p – probabilidade.

% – porcentagem.

$\alpha$  – nível de confiabilidade.

$\pm$  – mais ou menos.

$\emptyset$  – diâmetro.

“ – polegadas.

LED – *light emission diode*.

## Resumo

Avaliou-se o efeito de agentes clareadores de uso interno na resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular. Foram utilizados 70 incisivos bovinos divididos em sete grupos experimentais (n=10), em que variou-se o agente clareador: PsH- perborato de sódio + peróxido de hidrogênio 20%; PsA- perborato de sódio + água destilada; Pc37- peróxido de carbamida 37%; Pc16- peróxido de carbamida 16%; Pc10- peróxido de carbamida 10%; H- peróxido de hidrogênio 35%; C- ausência de agente clareador (controle). Posterior a realização dos protocolos de clareamento, os pinos foram cimentados com cimento resinoso autoadesivo (RelyX U100) e as raízes seccionadas transversalmente obtendo duas fatias para cada terço, cervical, médio e apical. Os espécimes foram submetidos ao teste de *micropush-out* e os valores de resistência de união (MPa) foram submetidos aos testes ANOVA em parcela sub-dividida e de Tukey ( $p < 0,05$ ). O padrão de falha foi avaliado por meio de microscopia confocal. Não houve diferença significativa entre o controle e os grupos utilizando agentes clareadores. O peróxido de carbamida 16% (Pc16) obteve valores de resistência de união maiores que do perborato de sódio + peróxido de hidrogênio 20% (PsH) no terço cervical. O terço cervical apresentou valores de resistência de união maiores comparado ao terço apical no peróxido de carbamida 10% (Pc10), peróxido de carbamida 16% (Pc16) e no perborato de sódio + água destilada (PsA), não havendo diferença nos outros grupos. A prevalência de falha adesiva de cimento e dentina foi verificada em todos os grupos. O uso de agentes clareadores internos não reduziu a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.

## **Abstract**

The aim of this study was to evaluate the effect of internal bleaching agents on fibreglass post bond strength to root dentine, seventy bovine teeth were divided into 7 experimental groups (n=10) varying the bleaching agent used: SpH- sodium perborate + 20%hydrogen peroxide; SpW- sodium perborate + distilled water; Cp37- 37%carbamide peroxide; Cp16- 16%carbamide peroxide; Cp10- 10%carbamide peroxide; H- 35%hydrogen peroxide; C- no bleaching agent (control). After bleaching protocols, posts were cemented with self-adhesive resin cement (RelyX U100) and roots were cross-sectioned to obtain two discs for each third. Posts were submitted to micropush-out test and bond strength values (MPa) were submitted to ANOVA in a split-plot arrangement and Tukey's test ( $p<0.05$ ). Failure mode was evaluated under a confocal microscope. There was no significant difference between the control and groups with a bleaching agent. 16%carbamide peroxide (Cp16) resulted in higher bond strength value than sodium perborate + 20%hydrogen peroxide (SpH) on cervical third. The cervical third presented higher bond strength value compared to the apical third in the 10%carbamide peroxide (Cp10), 16%carbamide peroxide (Cp16) and sodium perborate + distilled water (SpW) and no significant difference in the other groups. The prevalence of adhesive cement-dentine failure was verified in all groups. The use of internal bleaching agents did not decrease fibreglass post bond strength to root dentin.

## **INTRODUÇÃO**

---

## 1. Introdução

Um sorriso atrativo pode ser comprometido pela cor dos dentes. O escurecimento de um dente constitui uma alteração estética, e geralmente necessita de tratamento (Baratieri et al. 1995). As causas mais comuns da descoloração dos dentes despulpados ocorrem como resultado de alteração inflamatória e/ou infecciosa do tecido pulpar, mudanças intrínsecas, tais como hemorragia intrapulpar e retenção de materiais cromóforos dentro do canal radicular (Watts & Addy 2001; Consolaro et al. 2007).

Para o clareamento de dentes despulpados, no século XIX, foram utilizadas diferentes substâncias, tais como: cianeto de potássio (Kinksbury 1861), ácido oxálico (Bogue 1872), cloreto de alumínio (Harlan 1891), permanganato de potássio associado a outras substâncias (Kirk 1893). Efeitos indesejáveis, tais como a coloração dos dentes fez com que a maioria deles fossem descartados, permanecendo apenas o peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) e o perborato de sódio ( $NaBO_3$ ) (Riehl et al. 2008).

O peróxido de hidrogênio foi usado pela primeira vez em 1884 (Goldstein 1997) e logo foi associado com peróxido de sódio em 1893 por Kirk. Somente em 1924, Prinz empregou uma solução saturada de peróxido de hidrogênio e perborato de sódio. Em 1961, Spasser associou o perborato de sódio com água, formando uma pasta que foi depositada na câmara pulpar de dentes escurecidos, permanecendo ali confinada por um período mínimo de dois dias. Nutting & Poe em 1963 mudaram o método de Spasser, substituindo a água por peróxido de hidrogênio 30%. Em 1989, Haywood & Heymann introduziram o uso do agente clareador peróxido de carbamida, especificamente para dentes vitalizados, permitindo o que foi chamado de clareamento caseiro para dentes despulpados (*home withering for pulpless teeth*).

Estudos foram realizados para avaliar os efeitos deletérios dos agentes clareadores sobre a adesão de compósitos à dentina, sendo que, quando o procedimento adesivo é realizado após o clareamento, observa-se uma perda na resistência de união que pode ser significativa (Titley et al. 1988;

Torneck et al. 1990; Shinohara et al. 2005; Uysal et al. 2010). No entanto, há carência de estudos que avaliam a resistência de união à dentina radicular após o clareamento interno em dentes tratados endodonticamente. Como esses dentes geralmente apresentam estrutura coronária insuficiente para reter um material restaurador, o emprego de um pino torna-se necessário para favorecer a reconstrução coronária, sendo que os pinos de fibra de vidro associados ao cimento resinoso tornaram uma alternativa viável (Ferrari et al. 2000), pois apresentam módulo de elasticidade semelhante ao da dentina, o que permite melhor distribuição das tensões quando comparados aos núcleos metálicos fundidos (Barjau-Escribano et al. 2006).

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de agentes clareadores internos na resistência de união de pinos de fibra de vidro cimentados à dentina. A hipótese testada foi de que o uso de agentes clareadores de uso interno reduz a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

---



## 2. Revisão da Literatura

Nakamichi et al. (1983) compararam a resistência adesiva de cinco cimentos duais e duas resinas compostas entre dentes bovinos e dentes humanos. Os dentes bovinos apresentaram valores estatisticamente similares ao dos dentes humanos, o que levou os autores a concluir que os dentes bovinos podem ser utilizados como substitutos aos dentes humanos, principalmente devido sua fácil obtenção.

Benetti et al. (2004) avaliaram a penetração de agentes clareadores na câmara pulpar em dentes que receberam procedimentos restauradores. Utilizaram incisivos laterais bovinos dividindo-os em seis grupos (n=10) em que: G1, G2 e G3 não realizaram nenhum tipo de procedimento restaurador, enquanto G4, G5 e G6 foram preparadas restaurações de Classe V com resina composta. Foram aplicados os tratamentos por 60 minutos: imersão em água destilada em G1 e G4; peróxido de carbamida a 10% em G2 e G5; peróxido de carbamida a 35% em G3 e G6. Foi acrescentada para análise uma solução azul que por meio de teste com espectrofotômetro calculou-se a densidade óptica, desse modo verificaram penetração do peróxido de hidrogênio. Dentes que tinham sido restaurados apresentaram concentração maior de peróxido de hidrogênio na câmara pulpar.

Carvalho et al. (2002) analisaram a alteração cromática das coroas dentais a partir de uma análise espectrofotométrica variando o uso de laser Er:YAG e o tempo da observação: inicial, após o escurecimento, imediatamente após o clareamento, quinze dias após o clareamento e trinta dias após o clareamento. As alterações cromáticas dos espécimes foram quantificadas e as diferenças de cor dos dentes foram analisadas. O estudo mostrou não haver diferença do procedimento de clareamento tradicional com o ativado por laser, nem diferença entre os tempos de quinze e trinta dias.

Cavalli et al. (2009) investigaram o efeito de clareamento interno na resistência coesiva da dentina. Utilizaram dentes bovinos divididos em cinco grupos (n=10) conforme o tratamento: C- sem clareamento, SP- perborato de sódio, CP- peróxido de carbamida, 25%HP- peróxido de hidrogênio a 25% e

35%HP- peróxido de hidrogênio a 35%. Realizaram quatro aplicações com intervalos de 72 horas e após obtiveram blocos de dentina da câmara pulpar. Os espécimes foram testados com o método de microtração. Realizaram também microscopia eletrônica de transmissão para avaliar a morfologia da dentina. Concluíram que o clareamento reduziu os valores de resistência coesiva da dentina, podendo ser atribuído a alterações e perda de componentes inorgânicos da dentina clareada.

Gökay et al. (2008) compararam a difusão radicular de diferentes agentes clareadores. Utilizaram cinquenta pré-molares em cinco grupos variando as concentrações de 10%, 17% e 37% do peróxido de carbamida, uma mistura de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30% e ausência de agente clareador. Os maiores valores de penetração do agente ocorreram na mistura de perborato de sódio e peróxido de hidrogênio a 30% seguido do peróxido de carbamida a 37%.

Timpawat et al. (2005) determinaram resistência de união de agentes clareadores na câmara pulpar. Por meio de testes de microtração em que quarenta dentes anteriores humanos foram submetidos aos tratamentos: grupo 1- água destilada; grupo 2- peróxido de hidrogênio 35%; grupo 3- perborato de sódio com água e grupo 4- perborato de sódio com peróxido de hidrogênio 35%. Os valores de resistência de união do grupo 4 foram os menores encontrados, devido a maior liberação de radicais livres de oxigênio provenientes do processo de clareamento.

Goracci et al. (2004) avaliaram diferentes técnicas de microtração, utilizando palito e ampulheta comparado a técnica de *micropush-out* na capacidade de medir a resistência de união de pinos de fibra de vidro à dentina radicular. Utilizaram trinta dentes anteriores humanos variando o cimento resinoso: grupo A- Excite DSC/Variolink II e grupo B RelyX Unicem. Na técnica de microtração com as amostras de ampulheta houve alto índice de falhas prematuras e um desvio padrão elevado. Na técnica de microtração no formato de palito, apenas cinco palitos foram obtidos a partir de seis raízes. No teste de *micropush-out* não houve falhas prematuras e a variabilidade da distribuição dos dados foi aceitável.

Em 1996, Morgano relatou que os avanços na terapia endodôntica possibilitaram a reabilitação, por meio de retentores intra-radulares, de dentes que anteriormente eram condenados. Ainda acrescentou que se deve respeitar o selamento apical de 4 a 5mm e que quando o pino estiver com o comprimento comprometido, é preferível a utilização de cimentos resinosos.

Gerth et al. (2006) analisaram a química da reação de adesão do cimento RelyX Unicem e observaram que aplicado a dentina, o cimento reage com a hidroxiapatita por meio de ligações iônicas entre o mineral e os grupos carboxílicos presentes nas moléculas do cimento. Superficialmente há uma interação com a dentina, porém sem aparente formação de *tags*.

Cheung (2005) relatou que restaurar dentes tratados endodonticamente com relação à inserção de pino é uma decisão difícil para o profissional. Por meio de uma revisão de artigos o autor abordou os princípios para o uso de pinos, necessidade do uso, diferentes pinos com relação aos materiais e forma, critérios e técnicas de preparo e cimentação. Os pinos não reforçam o dente e tem como função reter o núcleo, se o remanescente dental coronário não for suficiente para suportar a restauração coronária final. Considerando os diferentes tipos de pinos, é relatado que os núcleos metálicos moldados e fundidos têm sido utilizados por décadas com alta taxa de sucesso. Entretanto, sua rigidez é considerada uma desvantagem por predispor a fratura radicular. Ainda, o tempo de confecção, corrosão e estética são adicionadas como desvantagens. Por sua vez, os pinos pré-fabricados de fibra possuem resistência menor, mas possuem módulo de elasticidade próximo ao da dentina que causa menor incidência de fraturas. Além disso, os pinos pré-fabricados se aderem a compostos resinosos, não causam alergias nem sofrem corrosão e possuem boa estética. A cimentação de pinos com cimentos resinosos parecem oferecer melhor retenção, menor microinfiltração e maior resistência a fratura, porém deve ser realizada de forma meticulosa. Embora existam vários materiais com inúmeras indicações, estudos clínicos longitudinais são necessários para melhor escolha na atividade clínica.

Bitter et al. (2009) correlacionaram características morfológicas com a resistência de união de diferentes cimentos resinosos: Panavia F 2.0,

PermaFlo DC, Variolink II, RelyX Unicem e Clearfil Core. Antes da inserção do pino o sistema adesivo foi marcado com agentes fluorescentes. Realizaram o teste de *micropush-out* e submeteram as amostras à microscopia confocal. Concluíram que houve diferenças na resistência de união e na morfologia da área de cimentação, porém sem correlação entre elas. Os resultados indicaram que as interações químicas entre o cimento e a hidroxiapatita são importantes na união à dentina radicular.

Barcellos et al. (2010) avaliaram o efeito de agentes clareadores na resistência de união de compostos resinosos no esmalte e dentina dentário. Utilizaram 12 dentes bovinos em que condicionaram a face lingual com ácido fosfórico 37%, aplicaram adesivo e realizaram a restauração com resina composta. Seccionaram as amostras em blocos, dividiram em dois grupos (E- esmalte, D- dentina) e divididos novamente em quatro subgrupos (n=15): S- saliva artificial; 10- peróxido de carbamida 10%; 15- peróxido de carbamida 15%; 20- peróxido de carbamida 20%. Os agentes clareadores foram aplicados na interface de união por seis horas diárias durante duas semanas. Depois de submetidos ao teste de microtração, observaram que os agentes clareadores reduziram a resistência de união tanto em esmalte como em dentina.

Soares et al. (2012) avaliaram o efeito de agentes de cimentação e tipos de pinos de vidro na resistência de união à dentina radicular em diferentes porções da raiz. Prepararam 90 raízes para receber pinos de lados paralelos serrilhados (Reforpost n. 2) ou pinos cônicos lisos (Exato Cônico). Os pinos foram cimentados com os cimentos: RelyX ARC; RelyX Unicem e Maxcem; e Cement-Post. As raízes foram seccionadas obtendo duas fatias de 1mm para cada um dos terços cervical, médio e apical. Submeteram as fatias ao teste de *micropush-out* e os valores de resistência de união foram submetidos a análise de variância com parcela subdividida. O RelyX Unicem apresentou maiores valores em todos os terços. A resistência de união não foi afetada pelo tipo do pino. Concluíram que a retenção do pino de fibra de vidro não é afetado pela rugosidade da superfície do pino.

## **PROPOSIÇÃO**

---

### 3. Proposição

Avaliar o efeito do uso de agentes clareadores de uso interno na resistência de união de pinos pré-fabricados de fibra de vidro à dentina nos terços do canal radicular, cervical, médio e apical, por meio de ensaio mecânico de *micropush-out*, variando:

- **PsH** - Perborato de sódio + Peróxido de Hidrogênio 20% (Whiteness Perborato - FGM, Joinville, SC, Brasil);
- **PsA** - Perborato de sódio + Água destilada (Whiteness Perborato - FGM, Joinville, SC, Brasil);
- **Pc37** – Peróxido de Carbamida 37% (Whiteness Super-Endo - FGM, Joinville, SC, Brasil);
- **Pc16** – Peróxido de Carbamida 16% (Whiteness Perfect 16% - FGM, Joinville, SC, Brasil);
- **Pc10** – Peróxido de Carbamida 10% (Whiteness Perfect 10% - FGM, Joinville, SC, Brasil);
- **H** – Peróxido de Hidrogênio 35% (Whiteness HPMaxx - FGM, Joinville, SC, Brasil);
- **C** (Controle) – Ausência de agente clareador.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

---

## 4. Material e métodos

### 4.1 Seleção dos dentes

Foram utilizados incisivos bovinos coletados em frigorífico, com prévio consentimento do veterinário responsável pela inspeção dos animais abatidos. Foram coletados apenas incisivos bovinos que possuísem desgaste coronário, a fim de obter raízes com diâmetro do canal radicular reduzido (Figura 1). Os dentes foram limpos com curetas periodontais, submetidos à profilaxia com pedra pomes e água, e armazenados em água destilada sob refrigeração.



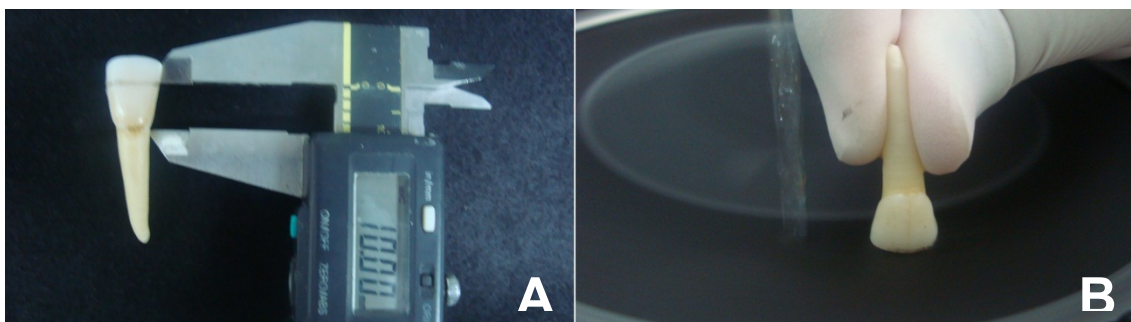
**Figura 1-** Dentes extraídos com desgaste coronário.

Com auxílio de um paquímetro digital, foi realizada marcação na porção coronária de cada dente distando 10mm da junção amelo-cementária, com o objetivo de delimitar o local para secção. Em seguida, as coroas foram seccionadas transversalmente, na marcação delimitada, com disco diamantado de dupla face (KG Sorensen, São Paulo, Brasil), sob refrigeração em água, a fim de permanecer remanescente coronário de 10mm.

Após a secção, a superfície incisal foi planificada em uma politriz com lixa d'água (3M-ESPE) de granulometria 320, sob refrigeração abundante de água (Figura 2). Em seguida, realizou-se abertura coronária na superfície incisal com ponta diamantada esférica 1014 (Optium), acabamento com broca EndoZ (Dentsply, Maillefer) e foi padronizado o espaço da câmara pulpar com



a broca 3018 (Optium). O tecido pulpar foi removido e os dentes, cujo canal radicular apresentasse diâmetro menor que 1mm, foram selecionados e distribuídos aleatoriamente nos sete grupos experimentais (n=10).



**Figura 2-** Padronização dos dentes. A- delimitação do local para secção; B- planificação da superfície incisal.

## **4.2 Tratamento endodôntico**

### **4.2.1 Instrumentação do canal radicular**

O canal radicular foi preparado 1mm aquém do ápice por meio da técnica *Crown-down* utilizando instrumentos de níquel-titânio (K3 SybronEndo, Optimum, São Paulo, SP, Brasil). Inicialmente foi utilizada a lima 25 Taper 10 com comprimento de trabalho de 10mm. Na sequência utilizou-se as limas 15, 20, 25 Taper 2; lima 25 Taper 4; lima 25 Taper 6; limas 30, 35, 40 Taper 2 (Figura 3). Durante o preparo do canal foi realizado a sanificação com irrigação contínua de hipoclorito de sódio 1% estabilizado com cloreto de sódio 16% (Solução de Milton), a cada troca de lima, seguido da aplicação de EDTA 17% agitado por 2 minutos.



**Figura 3-** Instrumentos rotatórios.

#### **4.2.2 Obturação do canal radicular**

O canal radicular foi obturado pela técnica de condensação lateral com cones de guta-percha (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil) e cimento endodôntico à base de hidróxido de cálcio (Sealapex, SybronEndo, Optimum, São Paulo, SP, Brasil). Removeu-se o excesso de guta-percha e foi realizada a condensação vertical com calcadores de Paiva.

#### **4.3 Clareamento interno**

##### **4.3.1 Alívio do canal e Selamento cervical**

O alívio do canal e selamento cervical foram realizados seguindo as instruções do fabricante dos clareadores empregados no estudo (FGM). Assim, em todos os dentes dos sete grupos experimentais removeu-se 4mm de material obturador do canal radicular por meio de instrumental aquecido. Em seguida, foi realizado um selamento cervical de aproximadamente 2mm com um cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM) por meio de instrumental aplicador de dycal reto. O selamento ficou 2mm abaixo da margem cervical.

#### 4.3.2 Agente clareador de uso interno

Os agentes clareadores utilizados foram mantidos e manipulados em temperatura controlada e constante. As especificações são mostradas no Quadro 1.

**Quadro 1-** Especificações dos agentes clareadores e n. de lote.

Grupo	Composição	Lote
PsH	Perborato de sódio (princípio ativo) e espessante + peróxido de hidrogênio a 20%.	081209
PsA	Perborato de sódio (princípio ativo) e espessante + água destilada.	081209
Pc37	Peróxido de carbamida a 37%, carbopol neutralizado, carga inerte, glicol e água deionizada.	230410
Pc16	Peróxido de carbamida, carbopol neutralizado, nitrato de potássio, fluoreto de sódio, glicol, água deionizada.	270810
Pc10	Peróxido de carbamida, carbopol neutralizado, nitrato de potássio, fluoreto de sódio, glicol, água deionizada.	080710
H	Peróxido de hidrogênio a 35%, espessantes, mistura de corantes, glicol, carga inorgânica e água deionizada.	300710

#### **4.3.2.1 PsH: Perborato de sódio + Peróxido de Hidrogênio 20%**

Empregou-se o sistema clareador de dentes não-vitais Whiteness Perborato (FGM, Joinville, SC, Brasil) (Figura 4) por meio da técnica de curativo de demora (Walking bleach technique), seguindo as instruções do fabricante. A pasta de Whiteness Perborato foi preparada misturando duas porções de pó de Perborato de sódio com uma gota de solução de Peróxido de Hidrogênio 20% em uma placa de vidro. A pasta foi inserida na câmara pulpar e na sequência colocou-se algodão sobre o clareador. A cavidade foi selada com um cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM). Os dentes permaneceram armazenados em água destilada, em estufa biológica à  $\pm 37^{\circ}\text{C}$ .

Foram realizadas quatro aplicações no total, com intervalo de substituição do agente clareador a cada três dias. Concluído o tratamento clareador, removeu-se o material da câmara pulpar e a cavidade foi novamente preenchida com algodão e selada com cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM).

Os dentes foram mantidos em água destilada por um período de sete dias antes do preparo do canal para inserção do retentor intrarradicular, seguindo recomendações do fabricante do agente clareador.

#### **4.3.2.2 PsA: Perborato de sódio + Água destilada**

Empregou-se o sistema clareador de dentes não-vitais Whiteness Perborato (FGM, Joinville, SC, Brasil) (Figura 4) por meio da técnica de curativo de demora (Walking bleach technique), seguindo as instruções do fabricante. A pasta de Whiteness Perborato foi preparada misturando duas porções de pó de Perborato de sódio com uma gota de água destilada em uma placa de vidro. A pasta foi inserida na câmara pulpar e na sequência colocou-se algodão sobre o clareador. A cavidade foi selada com um cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM). Os dentes permaneceram armazenados em água destilada, em estufa biológica à  $\pm 37^{\circ}\text{C}$ .

Foram realizadas quatro aplicações no total, com intervalo de substituição do agente clareador a cada três dias. Concluído o tratamento

clareador, removeu-se o material da câmara pulpar e a cavidade foi novamente preenchida com algodão e selada com cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM).

Os dentes foram mantidos em água destilada por um período de sete dias antes do preparo do canal para inserção do retentor intrarradicular, seguindo recomendações do fabricante do agente clareador.



Figura 4- Perborato de sódio.

#### 4.3.2.3 Pc37 – Peróxido de Cabamida 37%

Empregou-se o sistema clareador de dentes não-vitais Whiteness Super-Endo (FGM, Joinville, SC, Brasil) (Figura 5) por meio da técnica de curativo de demora (Walking bleach technique), seguindo as instruções do fabricante. O agente clareador Whiteness Super-Endo foi inserido na câmara pulpar e na sequência colocou-se algodão sobre o clareador. A cavidade foi selada com cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM). Os dentes permaneceram armazenados em água destilada, em estufa biológica à  $\pm 37^{\circ}\text{C}$ .

Foram realizadas quatro aplicações no total, com intervalo de substituição do agente clareador a cada três dias. Concluído o tratamento, o material foi removido da câmara pulpar e a cavidade foi novamente preenchida com algodão e selada com cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM).

Os dentes foram mantidos em água destilada por um período de sete dias antes do preparo do canal para inserção do retentor intrarradicular, seguindo recomendações do fabricante do agente clareador.



**Figura 5-** Peróxido de carbamida 37% sendo aplicado na câmara pulpar.

#### **4.3.2.4 Pc16: Peróxido de Carbamida 16%**

Empregou-se o gel clareador dental Whiteness Perfect 16% (FGM, Joinville, SC, Brasil) (Figura 6). Aplicou-se o material internamente seguindo o protocolo empregado no grupo Pc37 supracitado.

#### **4.3.2.5 Pc10: Peróxido de Carbamida 10%**

Empregou-se o gel clareador dental Whiteness Perfect 10% (FGM, Joinville, SC, Brasil). Aplicou-se o material internamente seguindo o protocolo empregado no grupo Pc37 supracitado.



**Figura 6-** Peróxido de carbamida 16% sendo aplicado na câmara pulpar

#### 4.3.2.6 H: Peróxido de Hidrogênio 35%

Empregou-se o sistema clareador de dentes vitais e não-vitais Whiteness HP Maxx (FGM, Joinville, SC, Brasil) (Figura 7), seguindo as instruções do fabricante (utilizado exclusivamente em consultório). As fases do clareador foram misturadas na proporção de três gotas da fase 1 (peróxido) para uma gota da fase 2 (espessante). Após a mistura, o material foi inserido na câmara pulpar e na face vestibular com auxílio de um pincel (1mm de espessura). O produto foi exposto à luz, logo após sua aplicação, com unidade de fotoativação por LED na intensidade de  $1200 \text{ mW/cm}^2$  (Radii-Cal, SDI, Bayswater, Austrália) durante 40 segundos por vestibular e 40 segundos por lingual (Campagnoli & Scholz Jr 2008). Decorridos cinco minutos, foi realizado nova fotoativação. O gel permaneceu pelo tempo necessário para completar 15 minutos a partir do início da aplicação. Em seguida, removeu-se o gel por meio de lavagens com água abundante. Realizou-se um total de três aplicações do gel em uma única sessão. A cavidade foi preenchida com algodão e selada com cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM).

Os dentes foram mantidos em água destilada por um período de sete dias antes do preparo do canal para inserção do retentor intra-radicular, seguindo recomendações do fabricante do agente clareador.



Figura 7- Peróxido de hidrogênio 35%.

#### **4.3.2.7 C: Controle**

Não foi empregado nenhum agente clareador. A câmara pulpar foi preenchida com algodão e selada com cimento de ionômero de vidro convencional (Maxxion R, FGM).

#### **4.4 Preparo do canal radicular para inserção do retentor intra-radicular**

Os dentes foram seccionadas no sentido transversal deixando 2 mm da porção coronária a partir da junção amelo-cementária. O preparo do canal radicular para inserção do pino de fibra de vidro n. 3 Ø 1,5mm (Reforpost, Angelus) foi realizado utilizando brocas Largo Peeso n. 3 (Ø 1,1mm), 4 (Ø 1,3mm), 5 (Ø 1,5mm) (Dentsply, Maillefer) sequencialmente, no comprimento de 2/3 da raiz.

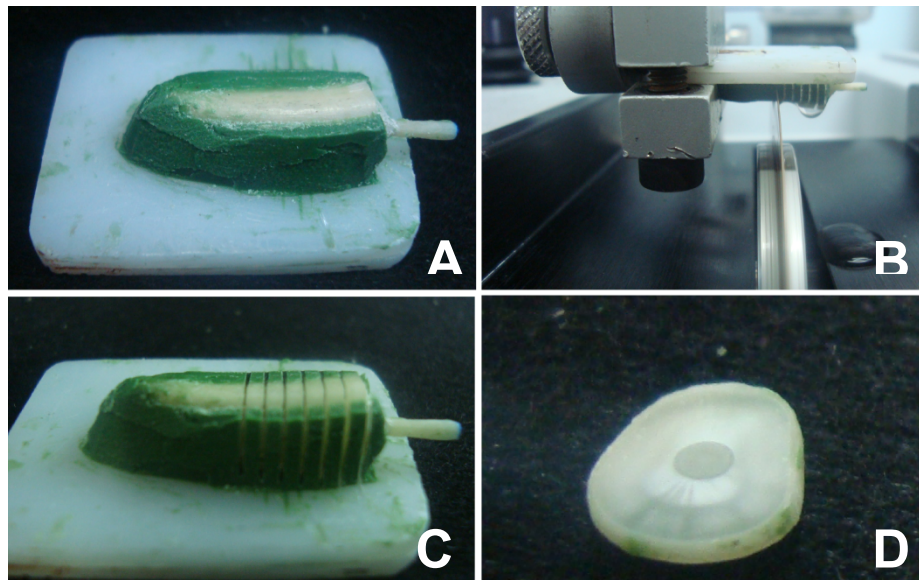
#### **4.5 Cimentação do retentor intra-radicular**

Todos os retentores foram cimentados com cimento resinoso auto-adesivo (RelyX U100, 3M-Espe). Os pinos pré-fabricados de fibra de vidro foram limpos com álcool 70% por 15 segundos, e, em seguida realizou-se aplicação de silano (Silano, Angelus) utilizando esponjas aplicadoras (Microbrush, KG Sorensen, Barueri, SP, Brasil), aguardando 1 minuto. O cimento foi manipulado conforme instruções do fabricante e aplicado na superfície do pino, que foi inserido no interior do canal com pressão digital. Após 3 minutos, foi realizada a fotopolimerização com unidade de fotoativação por LED na intensidade de 1200 mW/cm<sup>2</sup> (Radii-Cal, SDI, Bayswater, Austrália) por 40 segundos nas faces oclusal, vestibular e lingual, totalizando 120 segundos por raiz. Quinze minutos após a cimentação dos pinos pré-fabricados, as raízes foram armazenadas em água destilada por 24 horas a +37°C, previamente ao preparo das amostras.



#### 4.6 Preparo das amostras para o teste de *micropush-out*

As raízes foram coladas em placa acrílica com auxílio de adesivo a base de cianoacrilato (Loctite Super Bonder, Henkel Loctite Corporation, USA) e godiva. Em seguida foram seccionadas transversalmente, com disco diamantado de dupla face (4" x 0,12 x 0,12, Extec, Enfield, CT, USA) montado em micrótomo de tecido duro (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, USA) sob refrigeração com água em velocidade de corte calibrada em 200 rpm, para obtenção de duas fatias de 1mm de espessura de cada terço radicular (cervical, médio e apical), totalizando seis fatias por raiz (Figura 8). As fatias foram obtidas em corte único garantindo superfícies planas, e após o corte foram armazenadas individualmente em microtubos tipo eppendorf com água destilada.

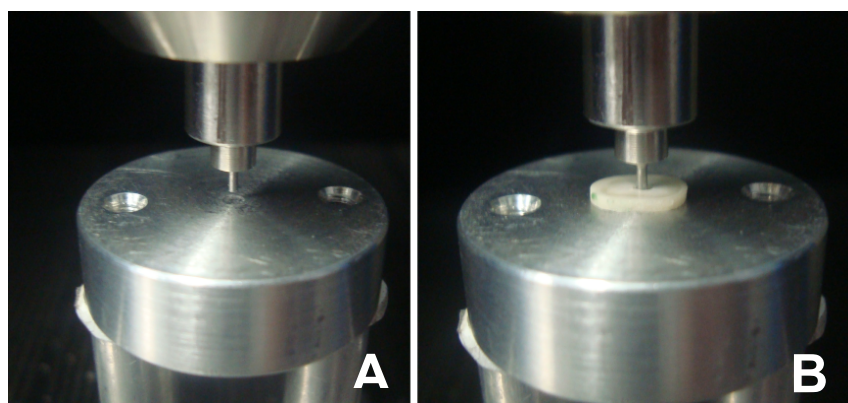


**Figura 8-** Obtenção das fatias para teste de *micropush-out*. A- fixação dos espécimes para realização dos cortes; B- cortes sendo realizados; C- obtenção das fatias; D- fatia após limpa e seca.

#### 4.7 Teste de *micropush-out*

Para a realização do teste de *micropush-out* foi utilizado dispositivo desenvolvido especificamente para este teste, constituído por base metálica em aço inoxidável com 3cm de diâmetro, contendo orifício de 2mm na região central e ponta aplicadora de carga com 1mm de diâmetro e 3mm de comprimento. Após o posicionamento do conjunto na base da máquina de

ensaio mecânico (EMIC DL 2000, São José dos Pinhais, Brasil) contendo célula de carga de 20 Kgf. As fatias foram posicionadas de forma que a ponta aplicadora de carga coincida com o orifício da base metálica, e então, foram submetidos ao carregamento de compressão no sentido ápice/coroa sob velocidade de 0,5 mm/min, até ocorrer a falha (Figura 9). Os valores da força de deslocamento foram obtidos em Newton (N), e para serem expressos em MPa, foram divididos pela área da interface adesiva, calculada pela fórmula:  $A=2\pi rh$ , sendo que  $\pi$  é a constante 3,14,  $r$  é o raio do pino e  $h$  a espessura dos espécimes em mm (Goracci et al. 2004; Soares et al. 2008; Soares et al. 2012).



**Figura 9-** Teste de *micropush-out*. A- base e ponta aplicadora de carga montada; B- fatia sendo submetida ao teste de *micropush-out*.

#### **4.8 Definição do padrão de falha por Microscopia Confocal a laser de varredura**

Após o teste mecânico, cada espécime foi armazenado individualmente em microtubos tipo eppendorf com água destilada, para posterior análise do padrão de falha por Microscopia Confocal a laser de varredura. Nesta modalidade de visualização as amostras não necessitam de nenhum tipo de tratamento ou preparo prévio (Castellan et al. 2010).

Todas as amostras foram analisadas com o auxílio de microscópio confocal de varredura a laser (Carl Zeiss Laser Scanning Systems - LSM510, META, Alemanha) (Figura 10) e um comprimento de onda excitatório de 488 nm foi usado. Toda a luz emitida entre 500-550 nm e acima de 560 nm foi

coletada por diferentes filtros. Todas as imagens foram processadas com a ajuda do software Zeiss LSM Image Browser, (META, Alemanha).

Foram obtidas fotomicrografias sempre com o mesmo aumento (de 100 vezes), para todos os espécimes. As falhas foram classificadas (Castellan et al. 2010) em:

(A) falha adesiva entre o pino e o cimento resinoso;

(B) falha adesiva entre o cimento resinoso e dentina radicular;

(C) falha adesiva mista entre pino, cimento resinoso e dentina radicular (Bitter et al. 2009);

(D) falha coesiva no cimento;

(E) falha coesiva na dentina;

(F) falha coesiva no pino.



**Figura 10-** Microscópio confocal de varredura a laser.

#### **4.9 Análise estatística dos resultados**

Análise estatística foi realizada utilizando o programa de estatística SAS (Institute Inc., Cary, NC, EUA, Release 9.2). Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk de normalidade. Os efeitos na resistência de união dos agentes clareadores e da profundidade do canal radicular foram analisados

usando a análise de variância *One-way* em um arranjo de parcelas subdivididas, com o fator representado pelo agente clareador e o sub-fator representado pelos terços do canal radicular (cervical, médio e apical). Comparações múltiplas foram feitas pelo teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

## **RESULTADOS**

---

## 5. Resultados

A análise de variância *One-way*, com parcela subdividida mostrou diferença significativa para agente clareador ( $p=0,010$ ) e região do canal radicular ( $p<0,001$ ). Os valores de resistência de união e desvio padrão são mostrados na Tabela 1.

Teste de Tukey indicou que o peróxido de carbamida 16% (Pc16) resultou em maior valor de resistência de união do que o perborato de sódio + peróxido de hidrogênio 20% (PsH) no terço cervical. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos controle e os grupos que empregaram algum agente clareador.

O terço cervical apresentou maior valor de resistência de união comparado ao terço apical do peróxido de carbamida 10% (Pc10), peróxido de carbamida 16% (Pc16) e perborato de sódio + água destilada (PsA) e não houve diferença significativa nos outros grupos.

A distribuição do padrão de falha é relatada na Tabela 2, Figura 11. A prevalência de falha adesiva entre o cimento resinoso e a dentina radicular (B) foi verificada em todos os grupos.