

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

**AVALIAÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PARA REMOÇÃO  
DE RETENTORES METÁLICOS POR MEIO DO  
ULTRASSOM EM DENTES MULTIRRADICULARES**

**SAMIR NORONHA DE SOUZA**

MANAUS

2014

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

**SAMIR NORONHA DE SOUZA**

**AVALIAÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PARA REMOÇÃO  
DE RETENTORES METÁLICOS POR MEIO DO  
ULTRASSOM EM DENTES MULTIRRADICULARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Ciências Odontológicas

**Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ângela Delfina Bittencourt Garrido**

MANAUS

2014

Ficha Catalográfica  
(Catalogação realizada pela Biblioteca Central da UFAM)

Souza, Samir Noronha de

*S729a* Avaliação de um novo protocolo para remoção de retentores metálicos por meio do ultrassom em dentes multirradiculares / Samir Noronha de Souza. - Manaus, 2014.

75f. il. color.

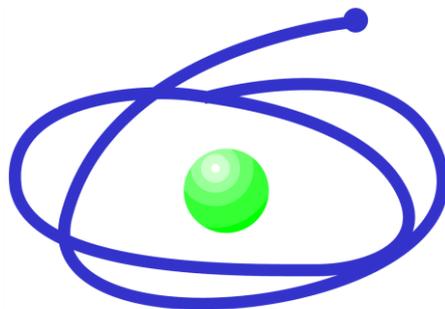
Dissertação (mestrado em Odontologia) – Universidade Federal do Amazonas.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. D<sup>ª</sup>r. Ângela Delfina Bittencourt Garrido

1. Pinos dentários 2. Dente molar 3. Ultrassom em odontologia I. Garrido, Delfina Bittencourt (Orient.) II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

CDU2007 616.314-089.843(043.3)

**APOIO**



**C A P E S**

SAMIR NORONHA DE SOUZA

AVALIAÇÃO DE UM NOVO PROTOCOLO PARA REMOÇÃO  
DE RETENTORES METÁLICOS POR MEIO DO ULTRASSOM  
EM DENTES MULTIRRADICULARES

Dissertação apresentada ao Programa  
de Pós-Graduação em Odontologia da  
Universidade Federal do Amazonas,  
como requisito parcial para a obtenção  
do título de Mestre em Odontologia,  
área de concentração em Ciências  
Odontológicas

Aprovado em 24 de fevereiro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ângela Delfina Bittencourt Garrido  
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. André Augusto Franco Marques  
Universidade do Estado do Amazonas

Prof. Dr. Emílio Carlos Sponchiado Júnior  
Universidade Federal do Amazonas

Dedico este trabalho à minha mãe Maria do Perpétuo Socorro Noronha de Souza, meu pai Jecimá José de Souza, meu irmão Jecimá Noronha de Souza, minha irmã Jéssyca Mayara Noronha de Souza e minha esposa Ana Gabriella Filizzola Serudo Noronha pelos conselhos, incentivos, ajuda, amor e carinho que contribuíram para a conquista deste objetivo. Amo vocês!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** por tudo que tem feito em minha vida, por ter me dado uma família maravilhosa e por me dar força e sabedoria diariamente para enfrentar as dificuldades;

A minha orientadora **Ângela Delfina Bittencourt Garrido** pelo exemplo de profissional, humildade, sabedoria e pela amizade. Admiro o amor que você tem pela profissão e obrigado por toda ajuda durante a realização deste trabalho. Foi uma aventura!

Aos meus **familiares** e **amigos** pela torcida e pelo apoio;

Ao meu sogro **Luiz Serudo Martins Neto** e minha sogra **Irene Filizzola Serudo** pelo carinho e grande ajuda durante essa caminhada;

A **coordenação do programa** e **todos os professores** do mestrado que contribuíram para minha formação. Agradeço ao professor **Leandro de Moura Martins, Luciana Mendonça da Silva, Gustavo Henrique Diniz Pimentel** e **Danielson Guedes Pontes** que me deram dicas para a realização do experimento. Em especial, aos professores **Emílio Carlos Sponchiado Jr** e **André Augusto Franco Marques** pela amizade, grande ajuda e incentivo durante toda minha caminhada na especialização e mestrado. Muito obrigado!

Aos meus amigos de turma: **Daniely Amorim de Meireles** pelo carinho, amizade, ajuda e companhia durante a especialização e o mestrado, e também pelas experiências compartilhadas na área da endodontia. **Maira de Souza Carvalho** pela amizade construída, companhia, carinho, conversas e ajuda durante o mestrado. **Glauber Palma de Oliveira** pela amizade, companhia e as brincadeiras. **Thiago Mendes Lima** pela amizade, humildade e tornar as aulas engraçadas. **Joyce de Figueiredo Meira** pela amizade, bondade e espontaneidade. **Mateus Silva de Souza** pela amizade, exemplo de professor dedicado e pela ajuda durante o curso. **Gisely Naura Venâncio** pela amizade e exemplo de perseverança. **Catarina de Araújo Teixeira Silva** pela humildade, amizade e exemplo de mãe em plena forma. **Alessandra Valle Salino** pela amizade e ensinamentos durante a graduação;

A **Universidade Federal do Amazonas** pela oportunidade oferecida aos odontólogos do Amazonas e concessão da bolsa de estudos;

Aos **meus amigos de graduação** pela amizade, carinho e apoio.

Quanto mais me aprofundo na Ciência  
mais me aproximo de Deus.

Albert Einstein

## RESUMO

Este trabalho visa avaliar *in vitro* um novo protocolo para remoção de retentores intrarradiculares em dentes multirradiculares aplicando a vibração ultrassônica. Quarenta molares inferiores foram tratados endodonticamente para receber retentores intrarradiculares fundidos, sendo distribuídos em 4 grupos: GI – controle sem fenda; GII – controle com fenda; GIII – aplicação ultrassom em núcleo sem fenda; GIV – aplicação de ultrassom em núcleo com fenda. Após a fixação dos retentores com cimento de fosfato de zinco, a vibração ultrassônica foi realizada no grupo III durante 1 minuto, sendo 15 segundos em cada face e no grupo IV 15 segundos nas faces vestibular e lingual, e 30 segundos dentro da fenda, totalizando 1 minuto. Em seguida, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração na Máquina Universal de Ensaio com velocidade de 1 mm/min. A força de tração máxima necessária para a remoção do retentor intrarradicular foi registrada em Newton e os dados foram submetidos à análise estatística ANOVA e Tukey-Kramer. Os resultados mostraram haver diferença estatística significativa entre os grupos testados (GI – 234,34 N; GII – 201,67 N; GIII – 139,57 N; GIV – 83,23 N), sendo a menor média da força de tração obtida quando se aplicou vibração ultrassônica sobre o núcleo com fenda ( $p < 0,05$ ). Conclui-se que a realização de uma fenda no núcleo e a aplicação ultrassônica em todas as faces e dentro da fenda promoveu a redução da força necessária para a remoção de retentores intrarradiculares metálicos fixados com fosfato de zinco em dentes multirradiculares.

Palavras-chave: pino metálico fundido, remoção de pino intrarradicular, ultrassom

## **ABSTRACT**

The purpose of this paper is to evaluate in vitro a new protocol for intra-radicular posts removal for multi-radicular teeth by applying ultrasonic vibration. Forty lower molars were endodontically treated in order to receive cast posts and cores, being distributed in 4 groups: GI – control without slot; GII – control with slot; GIII – ultrasound application in core without slot; GIV – ultrasound application in core with slot. After the cast posts fixation using zinc phosphate cement, the ultrasonic vibration was applied in group III for 1 minute, dividing 15 seconds on each surface and in group IV 15 seconds on facial and lingual surface, and 30 seconds inside the slot totaling 1 minute. Thereafter, samples were subjected to tensile test in Universal Assay Machine at the speed of 1mm/min. The maximum tensile strength needed for intra-radicular posts removal was registered in Newton and its data were subjected to statistical analysis ANOVA e Tukey-Kramer. The results presented statistically significant differences between the tested groups (GI – 234,34 N; GII – 201,67 N; GIII – 139,57 N; GIV – 83,23 N), with the smallest average of the tensile strength obtained when ultrasonic vibration on the core slotted applied ( $p < 0,05$ ). It is concluded that the implementation of a slot in the core and ultrasonic application on all the surfaces and inside the slot caused a reduction of force required for removing cast posts and cores fixed with zinc phosphate in multi-radicular teeth.

Keywords: cast post, post removal, ultrasound

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A) Análise macroscópica dos dentes; B) Análise radiográfica dos dentes. ....	47
Figura 2. Secção das coroas ao nível da junção cimento-esmalte. ....	48
Figura 3. Confirmação do comprimento radicular com paquímetro digital. ....	48
Figure 4. Confecção dos sulcos de retenção. ....	49
Figure 5. Inclusão das raízes em blocos de resina acrílica. ....	50
Figure 6. Mesa clínica para o tratamento endodôntico das amostras. ....	51
Figure 7. A) Preparo do espaço protético com auxílio de um delineador; B) Finalização do preparo do espaço protético. ....	531
Figure 8. Organograma da distribuição dos grupos. ....	54
Figure 9. Escultura da porção coronária. ....	55
Figure 10. Corpos-de-prova após a fundição. ....	56
Figure 11. Realização de uma fenda em 2/3 da altura do núcleo nos grupos II e IV. ....	57
Figure 12. Unidade de ultrassom ENAC modelo OE-5. ....	58
Figure 13. Aplicação da vibração ultrassônica. ....	58
Figure 14. Máquina Universal de Ensaio EMIC. ....	59
Figure 15. Teste de tração na Máquina Universal de Ensaio EMIC. ....	60

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico I. Representação gráfica das médias da força de tração (Newton) necessária para remoção dos retentores intrarradiculares.....	64
---	----

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela I. Valores originais em Newton da força de tração necessária para remoção dos retentores intrarradiculares. ....	61
Tabela II. Teste de normalidade. ....	62
Tabela III. Análise de variância.....	62
Tabela IV. Teste de Comparação Múltipla de Tukey.....	63

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
1 REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2 OBJETIVOS.....	45
2.1 Geral.....	45
2.2 Específicos .....	45
3 METODOLOGIA.....	46
3.1 Desenho do Estudo .....	46
3.2 Casuística .....	46
3.3 Descrição dos métodos a serem utilizados .....	46
3.3.1 Seleção da amostra.....	46
3.3.2 Preparo dos corpos- de-prova .....	47
3.3.3 Aplicação do ultrassom.....	57
3.3.4 Teste de tração .....	59
3.4 Análise estatística .....	60
4 RESULTADOS .....	61
5 DISCUSSÃO.....	65
6 CONCLUSÃO.....	69
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
ANEXO .....	73

## INTRODUÇÃO

Nos casos de dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronária é necessário à utilização de retentores intrarradiculares para fornecer retenção adequada para as restaurações ou coroas protéticas. Pinos e núcleos metálicos têm sido utilizados com alta taxa de sucesso por vários anos, principalmente quando os dentes restaurados são pilares de próteses fixas ou removíveis (SOARES et al., 2009; BRAGA et al., 2012; DASTGURDI et al., 2013).

O diagnóstico correto, observando a estrutura dental remanescente, a anatomia radicular e a qualidade da obturação do sistema de canais radiculares são essenciais para o sucesso das restaurações mantidas com retentores intrarradiculares (BRAGA et al., 2012).

Quando sinais, sintomas e imagens radiográficas sugerem um tratamento endodôntico insatisfatório, além do comprimento e/ou diâmetro do retentor intrarradicular e o selamento apical estarem inadequados, as opções são limitadas ao retratamento endodôntico, com um bom prognóstico quando corretamente indicado (ALFREDO et al., 2004; SOARES et al., 2009; FEIZ et al., 2013).

Nessas circunstâncias, a presença do retentor intrarradicular representa um grande obstáculo ao retratamento endodôntico, sendo necessária sua remoção sem haver desgaste ou força excessiva que possa causar perfuração e/ou fratura radicular (GARRIDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2009; DASTGURDI et al., 2013; FEIZ et al., 2013).

Uma variedade de técnicas e instrumentos para a remoção de retentores intrarradiculares têm sido sugeridos e incluem a utilização de métodos de tração (dispositivos saca-pino, fórceps especiais e pinças hemostáticas), técnicas de desgaste (brocas ou trépanos) e o emprego do ultrassom. Embora os métodos por tração e desgaste sejam de aplicação clínica viável, podem acarretar fratura radicular durante a apreensão e remoção do pino,

excessivo desgaste da dentina ao redor do retentor e risco de perfuração lateral da raiz (ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012; DASTGURDI et al., 2013; FEIZ et al., 2013).

O uso do ultrassom tem sido o método mais eficiente e seguro, pois contribui para remoção de retentores intrarradiculares de modo mais conservador para o remanescente radicular (YOSHIDA et al., 1997; GARRIDO et al., 2004; SILVA et al., 2004; BRITO-JÚNIOR et al., 2009; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012; DASTGURDI et al., 2013; FEIZ et al., 2013).

Existem dois tipos de unidades de ultrassom: magnetoestrutivo e piezoelétrico. O magnetoestrutivo converte a energia magnética em energia mecânica e está associado a uma oscilação de frequência do ultrassom e um aumento da geração de calor. Por outro lado, o dispositivo piezoelétrico converte a energia elétrica em energia mecânica e esse tipo é associado a uma pequena perda de energia, frequência mais estável e geração de calor desprezível (DASTGURDI et al., 2013; FEIZ et al., 2013).

A aplicação do ultrassom, sem um protocolo de utilização, não é capaz de possibilitar a remoção do retentor com segurança, eficiência e rapidez. Portanto, alguns protocolos clínicos para remoção de retentores em dentes unirradiculares com ultrassom têm sido preconizados com o objetivo de facilitar o procedimento, reduzindo o tempo operatório e minimizando os riscos de acidentes durante a remoção (YOSHIDA et al., 1997; ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2004; BRAGA et al., 2005; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012). A redução no diâmetro e altura do núcleo associados à aplicação de ultrassom de modo alternado possibilita uma remoção mais eficiente de retentores intrarradiculares cimentados com fosfato de zinco em dentes unirradiculares (GARRIDO et al., 2009).

Entretanto, esses protocolos de remoção de retentores intrarradiculares têm sido direcionados para o estudo em dentes unirradiculares e existe uma escassez de trabalhos sobre

técnicas para remoção de pinos metálicos em dentes multirradiculares (ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2004; SILVA et al., 2004; BRAGA et al., 2005; BRITO-JÚNIOR et al., 2009; GARRIDO et al., 2009; SOARES et al., 2009; BRAGA et al., 2012).

Baseado no exposto torna-se relevante o estudo de protocolos de remoção de retentores fundidos utilizando ultrassom em dentes multirradiculares.

## 1 REVISÃO DE LITERATURA

Johnson et al. (1996) avaliaram o efeito da vibração ultrassônica e o tempo necessário para remoção de retentores intrarradiculares em pré-molares inferiores. Foram selecionados 36 pré-molares inferiores que tiveram suas coroas seccionadas e as raízes tratadas endodonticamente. Pinos intrarradiculares foram fixados com cimento fosfato de zinco e as amostras foram divididas em 4 grupos. No grupo I não foi aplicada vibração ultrassônica; no grupo II foi aplicado ultrassom durante 4 minutos; no grupo III foi aplicado 12 minutos de vibração ultrassônica e o grupo IV 16 minutos. Os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração em uma Máquina Universal de Ensaio e os dados submetidos à análise estatística. Os resultados mostraram que a força média (kg) requerida para deslocar os retentores no grupo I foi de  $24,92 \pm 1,64$ , no grupo II foi de  $25,01 \pm 1,80$ , no grupo III  $24,08 \pm 2,29$  e no grupo IV  $12,41 \pm 2,60$ . Com isso, os autores concluíram que 16 minutos de vibração ultrassônica foi um método eficiente para a remoção de retentores intrarradiculares em pré-molares inferiores humanos.

Altshul et al. (1997) compararam a frequência de fraturas radiculares produzidas após a remoção de retentores intrarradiculares utilizando a energia ultrassônica e o sistema mecânico Gonan, e o tempo necessário para remoção por meio das duas técnicas. Foram selecionados sessenta dentes (incisivos e pré-molares), suas coroas foram seccionadas ao nível da junção cimento-esmalte e as raízes tratadas endodonticamente. As amostras foram divididas em 4 grupos de 15 dentes: grupo I - remoção por meio do ultrassom; grupo II - remoção pelo sistema Gonan; grupo III - não remoção dos retentores cimentados e Grupo IV - nenhum retentor cimentado. Os retentores intrarradiculares foram fixados nos grupos I, II e III com cimento fosfato de zinco. O tempo necessário para remoção do pino foi registrado nos grupos I e II, sendo que o grupo III foi submetido ao teste de tração em uma Máquina de

Ensaio Universal. As amostras foram seccionadas e examinadas microscopicamente para o mapeamento de possíveis fraturas. Os dados foram registrados e submetidos à análise estatística, tendo como resultados que não houve diferença estatística significativa em relação as fraturas, no entanto, houve diferença estatística no tempo de remoção do retentor intrarradicular, sendo o uso do ultrassom o mais demorado. Os autores concluíram que o tempo necessário para remoção de retentores intrarradiculares é maior utilizando ultrassom do que o sistema mecânico Gonan.

Yoshida et al. (1997) examinaram o efeito da vibração ultrassônica, utilizando duas pontas ultrassônicas simultaneamente, na remoção de pino intrarradicular e núcleo metálicos e realizaram um estudo histológico sobre o efeito da vibração ultrassônica no tecido periodontal de cães. No estudo sobre a remoção do retentor intrarradicular foram utilizados 80 dentes humanos extraídos, sendo 40 incisivos e 40 primeiro molar superior ou segundo molar superior que foram armazenados em 10% de formalina neutra após a extração. Após o preparo e obturação dos canais, as coroas foram seccionadas de 3 a 4 mm da cervical e as raízes foram implantadas e fixadas em resina acrílica. Os retentores foram confeccionados e cimentados com cimento fosfato de zinco, e as amostras foram armazenadas a 37 °C e 100% de umidade durante 24 horas. As vibrações ultrassônicas foram realizadas com a unidade de ultrassom ENAC utilizando dois métodos diferentes: 1) vibração alternada com duas pontas ultrassônicas diferentes e 2) vibração simultânea com duas unidades ultrassônicas. O tempo de vibração ultrassônica foi de 30 segundos, sendo repetido e determinado caso a remoção não tenha sido alcançada, e os dados foram analisados estatisticamente pelo t-teste. No estudo histológico, a vibração ultrassônica foi realizada em 24 dentes de 2 cães com gengiva saudável durante 1, 3, 5 e 10 minutos com intervalos de 30 segundos. Os animais foram sacrificados após 7 e 14 dias, e o tecido gengival analisado histologicamente. Os resultados dos dois estudos mostraram que a utilização de duas pontas ultrassônicas aplicadas

simultaneamente foi mais efetiva na remoção de retentor intrarradicular, sendo que nos molares o tempo para remoção foi maior quando comparado aos unirradiculares, e o tecido gengival analisado apresentou características histológicas normais em todos os casos de aplicação da vibração ultrassônica. Os autores concluíram que o método de remoção do retentor intrarradicular por meio de vibração ultrassônica simultânea com duas pontas é útil e a influência da vibração sobre o dente afetado e do tecido periodontal foi mínima devido ao tempo de duração relativamente curto do procedimento.

Bergeron et al. (2001) determinaram o efeito da vibração ultrassônica na redução da força necessária para remoção de pinos intrarradiculares pré-fabricados de titânio cimentados com cimento resinoso ou fosfato de zinco e se dentes obturados com cimento a base de eugenol e cimentos livre de eugenol compromete a retenção dos retentores intrarradiculares. Noventa e seis caninos humanos foram divididos em oito grupos, os quais quatro grupos foram instrumentados e obturados com guta-percha e cimento contendo eugenol (Roth's 801 Elite) e outra metade com cimento livre de eugenol (AH26). Pinos de titânio #6 (Parapost XH) foram cimentados com fosfato de zinco em quatro grupos e com cimento resinoso Panavia 21 na outra metade. Metade da amostra foi submetida à vibração ultrassônica durante 16 minutos na linha de cimentação (4 minutos em cada face), enquanto que na outra metade não foi aplicada a vibração (controles). Todos os grupos foram submetidos ao teste de tração em uma Máquina Universal de Ensaio Instron e os resultados mostraram que os retentores cimentados em dentes obturados com guta-percha e cimento AH26 apresentaram maior resistência ao deslocamento quando comparados aos retentores cimentados em dentes obturados com guta-percha e cimento Roth's 801 Elite, sendo que não houve diferença estatística significativa na retenção dos pinos cimentados com fosfato de zinco e cimento resinoso Panavia 21, independentemente do cimento para obturação utilizado. Além disso, a

vibração ultrassônica aplicada aumentou a retenção dos retentores cimentados com ambos os cimentos.

Gomes et al. (2001) avaliaram a influência do ultrassom na remoção de pinos cimentados com três diferentes agentes de cimentação (fosfato de zinco, ionômero de vidro e resinoso). Foram selecionados 84 dentes unirradiculares humanos e suas coroas foram seccionadas na junção amelocementária, restando 16 mm de comprimento radicular. Em seguida, foi realizada a odontometria e estabelecido o comprimento de trabalho em 15 mm. As raízes foram tratadas endodonticamente até a lima K #50 e os canais foram irrigados com 5 mL de hipoclorito de sódio a 1% após o uso de cada instrumento. Após a preparo biomecânico, os canais foram irrigados com 3 mL de solução de EDTA a 17% e a irrigação final foi realizada com 10 mL de hipoclorito de sódio a 1%. Os canais foram secos com pontas de papel absorvente e obturados através da técnica de condensação lateral. Os espécimes foram armazenados em saliva artificial a 37 °C durante 1 semana e após esse período foi realizado o preparo do espaço protético, padronizando em 10 mm. Os espaços protéticos foram moldados com resina acrílica autopolimerizável para a confecção dos retentores intrarradiculares que depois de fundidos foram cimentados de acordo com os seguintes grupos: I – retentores cimentados com fosfato de zinco e sem aplicação de ultrassom antes do teste de tração; II – retentores cimentados com cimento resinoso e sem aplicação de ultrassom antes do teste de tração; III – retentores cimentados com ionômero de vidro e sem aplicação de ultrassom antes do teste de tração; IV – retentores cimentados com fosfatode zinco e aplicação de ultrassom por 10 minutos; V – retentores cimentados com cimento resinoso e aplicação de ultrassom por 10 minutos; VI – retentores cimentados com ionômero de vidro e aplicação de ultrassom por 10 minutos. As raízes foram incluídas em cilindros de resina epóxica para permitir a realização do teste de tração. Todas as amostras dos grupos I a VI foram individualmente fixados na Máquina de Ensaio Universal para o ensaio

de tração. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística ANOVA e teste de Tukey (5%), e os resultados mostraram que a aplicação de vibração ultrassônica reduziu a retenção fornecida pelo cimento fosfato de zinco e ionômero de vidro em 39% e 33%, respectivamente. Os autores concluíram que houve uma redução estatisticamente significativa na força necessária para remover os retentores intrarradiculares cimentados com fosfato de zinco e cimento de ionômero de vidro após a vibração ultrassônica e que a aplicação de ultrassom não influenciou a retenção de pinos cimentados com cimento resinoso.

Abbott (2002) determinaram a incidência de fraturas radiculares durante a remoção de pinos intrarradiculares, bem como os métodos utilizados e as taxas de sucesso alcançados com vários dispositivos de remoção. Foram examinados registros de pacientes de uma clínica de endodontia e foi identificado um total de 1600 remoções de retentores intrarradiculares, dentre as quais não tinham sinais ou sintomas pré-operatórios de fratura radicular. A incidência de fraturas radiculares foi determinada e um subconjunto de 234 registros de pacientes foram examinados em detalhe para determinar os métodos utilizados para remover diferentes tipos de retentores e o tempo médio de remoção. Os resultados mostraram que dos 1600 apenas um dente fraturou durante a remoção do retentor (0,06%) e o tempo médio de remoção foi de 6,5 minutos. A maioria dos retentores intrarradiculares foram removidos com o sistema Egger e os pinos do tipo paralelo e rosqueado foram removidos por meio de vibração ultrassônica. Os pinos intrarradiculares fraturados foram removidos com o kit Masserann associado ao uso do ultrassom. Com isso, o autor concluiu que a remoção de retentores intrarradiculares é previsível se forem utilizados dispositivos e técnicas adequados para cada caso sem que ocorra a fratura radicular.

Castrisos e Abbott (2002) avaliaram as condutas dos endodontistas da Austrália e da Nova Zelândia para o risco de fratura radicular durante a remoção de retentores intrarradiculares e quais os métodos de remoção mais utilizados. Uma pesquisa foi enviada a

todos os 74 membros da Academia de Endodontistas da Austrália e Nova Zelândia e foi dividida em três partes para reunir informações sobre o retratamento endodôntico realizado na prática do especialista em endodontia, as condutas sobre o risco de fratura radicular durante a remoção de pinos intrarradiculares e os métodos mais utilizados para remoção de diferentes retentores. As repostas foram recebidas por 84% dos membros e os resultados mostraram que quando um retratamento endodôntico era indicado em dentes com presença de retentor intrarradicular, 66% dos endodontistas optaram pela remoção do retentor enquanto 27% optaram pela remoção ou cirurgia pararendodôntica. Dos entrevistados, 45% relataram a ocorrência de fratura radicular durante a remoção de pinos intrarradiculares, representando apenas 0,002% do número estimado de retentores removidos pelos entrevistados. A vibração ultrassônica foi o método mais utilizado na remoção de retentores intrarradiculares, embora os dispositivos mecânicos (Egglar) foram mais utilizados em dentes anteriores.

Dixon et al. (2002) avaliaram o desempenho relativo de duas diferentes unidades de ultrassom utilizadas clinicamente para remoção de retentores intrarradiculares. Vinte e quatro caninos foram selecionados, suas coroas seccionadas transversalmente ao nível da junção cimento-esmalte e tratados endodonticamente. Em seguida, foi realizado em cada amostra o preparo do espaço protético padronizado em 10 mm de comprimento e os retentores foram cimentados com fosfato de zinco. Posteriormente, os espécimes foram divididos em 3 grupos: GI – controle; GII – vibração ultrassônica com Piezo-Ultrasonic (Spartan EUA, Fenton, MO) e pontas VT-S (Analytic, Orange, CA); GIII – vibração ultrassônica com Enac OE-50 (Osada, Inc., Los Angeles, CA) e pontas ST-09. A vibração ultrassônica foi interrompida a cada 2 minutos e uma força de tração de 2,5 kg foi aplicada até a remoção dos retentores. Os resultados mostraram que a força média necessária para desalojar os retentores das amostras do grupo I (grupo controle, sem ultrassom) foi de 40,5 kg (Desvio Padrão = 12,3 kg), o tempo médio para a remoção dos pinos no grupo II (Spartan) foi 4:52 min (DP = 2:26) e o tempo

médio para a remoção dos pinos no grupo III (Enac) foi 1:31 min (DP = 0:34). A diferença entre os grupos II e III foi estatisticamente significativa ( $p < 0,005$ ) e os autores concluíram que tanto a unidade de ultrassom Enac quanto a unidade Spartan foram eficazes na remoção de retentores intrarradiculares. No entanto, o dispositivo de ultrassom Enac com a ponta ST-09 foi mais eficaz sob estas condições de estudo.

Hauman, Chandler e Purton (2003) determinaram se o tipo de metal, o tipo de cimento e o uso de vibração ultrassônica influenciam na quantidade de força de tração necessária para remoção de retentores intrarradiculares. Noventa caninos foram selecionados, suas coroas seccionadas horizontalmente 1 mm acima da junção cimento-esmalte e em seguida foram incluídas em blocos de resina acrílica autopolimerizável. As amostras foram divididas aleatoriamente em nove grupos ( $n=10$ ). Posteriormente, os espaços protéticos foram preparados, padronizados em 10 mm de comprimento e os retentores foram cimentados com fosfato de zinco, cimento de ionômero de vidro e cimento resinoso. Sessenta retentores foram submetidos a 16 min de vibração ultrassônica, enquanto trinta retentores não receberam vibração. A força de tração necessária para a remoção dos retentores foi determinada utilizando uma Máquina de Ensaio Universal e os dados foram analisados utilizando a ANOVA. Os resultados mostraram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos ( $P = 0,05$ ). Os autores concluíram que o tipo de metal, tipo de cimento e a vibração ultrassônica não influenciaram na força de tração necessária para a remoção de retentores intrarradiculares.

Alfredo et al. (2004) avaliaram a influência da redução do diâmetro do núcleo na força necessária para remoção do pino radicular quando associado ao uso do ultrassom. Foram selecionados 24 caninos superiores humanos de acordo com a forma e o comprimento, ou seja, canal único e reto com 15 mm de comprimento. Os dentes foram seccionados ao nível cervical com discos de carborundum sob refrigeração próximo à junção cimento-esmalte. As

raízes foram embebidas em resina acrílica utilizando um molde de alumínio retangular e mantidas num recipiente hermético selado com água destilada. Os canais radiculares foram instrumentados no comprimento de trabalho de 14 mm com limas tipo K até a #50, irrigados com hipoclorito de sódio a 1% e obturados com cones de guta-percha e cimento AH 26<sup>®</sup> pela técnica da condensação lateral. Em seguida, os canais foram selados com Coltosol<sup>®</sup> e as amostras foram mantidas em água destilada a 37 °C durante 7 dias. Os canais radiculares foram posteriormente preparados com broca de Largo 6, 6 mm a partir do nível cervical. Isto foi realizado com peça de mão em baixa rotação acoplada a um paralelômetro, a fim de normalizar as preparações verticais e reduzir o efeito das forças horizontais durante a tração dos pinos. Os pinos foram confeccionados com resina acrílica Duralay<sup>®</sup>, seguindo as recomendações do fabricante, e fundidos em liga de cobre-alumínio. As amostras foram divididas aleatoriamente em dois grupos, mantidos a 37 °C durante 7 dias. Os pinos foram cimentados com cimento de fosfato de zinco, seguindo as instruções do fabricante. Grupo I: amostras 1-12 – pino e núcleo com 1,7 mm de diâmetro. Amostras 1-6 foram submetidas à vibração ultrassônica. Grupo II: amostras 13-24 – pino com 1,7 mm de diâmetro e núcleo com 3,7 mm (2 mm maior que o pino). Amostras 13-18 foram submetidas à vibração ultrassônica. A vibração ultrassônica foi aplicada por 2 minutos nas faces vestibular, lingual e proximais, totalizando 8 min. As amostras foram submetidas ao teste de tração e os resultados submetidos aos testes estatísticos ANOVA e Tukey. Os resultados mostraram que a aplicação de ultrassom reduziu significativamente ( $P < 0,05$ ) em 26% ( $17,83 \pm 3,48$ ) a tensão necessária para remoção do pino intra-radicular em comparação com os grupos que não receberam a vibração ultrassônica ( $24,11 \pm 7,85$ ), e quando o pino e o núcleo tinham o mesmo diâmetro a tensão necessária para remoção do pino reduziu significativamente ( $P < 0,05$ ) em 24% ( $18,12 \pm 4,76$ ) quando comparado ao grupo em que o núcleo tinha maior diâmetro do que o pino

(23,83 ± 7,41). Os autores concluíram que este é método eficiente para remoção de pino intrarradicular cimentados com cimento fosfato de zinco.

Garrido et al. (2004) avaliaram a eficácia da vibração ultrassônica, com e sem refrigeração de água, na redução da força necessária para remoção de pinos cimentados com cimento resinoso e com cimento de fosfato de zinco. Foram selecionados 42 caninos superiores humanos de acordo com a forma e o comprimento da raiz, ou seja, canal único e reto com 15 mm de comprimento. Os dentes foram seccionados ao nível cervical com discos de carborundum com refrigeração, próximo à junção cimento-esmalte e após a secção as raízes ficaram com 13 mm. As raízes foram embebidas em resina acrílica utilizando um molde de alumínio retangular e mantidas num recipiente hermético selado com água destilada. Os canais radiculares foram instrumentados no comprimento de trabalho de 12 mm com limas tipo K até a #50, irrigados com hipoclorito de sódio a 1% e obturados com cones de gutta-percha e cimento AH 26<sup>®</sup> pela técnica da condensação lateral. Em seguida, os canais foram selados com Coltosol<sup>®</sup> e as amostras foram mantidas em água destilada a 37 °C durante 7 dias. Os canais radiculares foram posteriormente preparados com broca de Largo 6 (9 mm de comprimento e 1,3 mm de diâmetro) para padronizar o comprimento e o diâmetro de preparação do pino. Isto foi realizado com peça de mão em baixa rotação acoplada a um paralelômetro, a fim de normalizar as preparações verticais e reduzir o efeito das forças horizontais durante a tração dos pinos. Os pinos foram confeccionados com resina acrílica Duralay<sup>®</sup>, seguindo as recomendações do fabricante, e fundidos em liga de cobre-alumínio, ficando o pino com 8 mm de comprimento e o núcleo com 5 mm. Para adaptar-se à máquina de teste Instron, um anel de 8 mm foi confeccionado. As amostras foram divididas aleatoriamente em 6 grupos de 7 dentes, os grupos 1, 2 e 3 foram cimentados com cimento fosfato de zinco (LS, Vivadent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e os grupos 4, 5 e 6 foram cimentados com cimento resinoso (Panavia F, Kuraray Co. Ltd., Japão). As amostras foram

mantidas em água destilada a 37 °C durante 3 semanas. Após esse período, os grupos receberam os seguintes tratamentos: grupo 1 – cimentados com fosfato de zinco e não foi aplicado ultrassom (grupo controle); grupo 2 – cimentados com cimento fosfato de zinco e foi aplicado ultrassom sem refrigeração; grupo 3 – cimentados com cimento fosfato de zinco e foi aplicado ultrassom com refrigeração; grupo 4 - cimentados com cimento resinoso e não foi aplicado ultrassom; grupo 5 - cimentados com cimento resinoso e foi aplicado ultrassom sem refrigeração; grupo 6 - cimentados com cimento resinoso e foi aplicado ultrassom com refrigeração. As amostras foram estabilizadas em torno de bancada, e a unidade de ultrassom ENAC (model OE-5, Osada Electric Co. Ltd., Tokyo, Japan) foi ajustada para potência máxima e aplicada durante 1 min nas superfícies bucal, lingual, e proximal do pino, totalizando 4 min para cada amostra, controlado por um temporizador. Os blocos de resina foram colocados em uma base fixa retangular de uma máquina de teste Instron, a fim de ser mantidos em segurança e minimizar as forças laterais, mantendo a amostra numa posição vertical para aplicar forças paralelas ao eixo da raiz. Os pinos foram submetidos a forças de tração crescentes (0,5 mm / min) até o seu desalojamento. A força máxima em quilonewtons (kN) foi registrada e os valores submetidos à análise estatística com a análise de variância e teste de Tukey. Os resultados mostraram que o grupo em que os pinos foram cimentados com cimento resinoso, a vibração ultrassônica sem refrigeração reduziu em 71% a força de tração necessária para remover o pino, diferentemente do grupo controle e do grupo com aplicação ultrassônica com refrigeração que não tiveram diferença estatística. Por outro lado, entre os grupos cimentados com cimento de fosfato de zinco, a vibração ultrassônica com refrigeração reduziu em 75% a força de tração necessária para remoção do pino e esse valor foi estatisticamente diferente dos valores obtidos no grupo controle e nos grupos em que a refrigeração não foi usada. Os autores concluíram que o uso de ultrassom sem refrigeração é uma técnica eficiente para a remoção de pinos metálicos cimentados com cimento resinoso,

possivelmente devido ao aumento no calor. No entanto, a ausência de refrigeração não pode ser utilizada clinicamente, porque não se sabe se uma aplicação de 4 minutos irá produzir lesão periodontal por causa do calor.

Silva et al. (2004) avaliaram a força necessária para remoção de retentores intrarradiculares pré-fabricados e moldados de diferentes diâmetros quando submetidos a ação ultrassônica. Foram utilizados 240 dentes unirradiculares que tiveram suas coroas seccionadas na junção cimento-esmalte. As raízes foram tratadas endodonticamente e os espécimes divididos em dois grupos. No grupo I, foram utilizados pinos pré-fabricados e no grupo II pinos fundidos, sendo que cada grupo foi dividido em três subgrupos, cada um contendo 40 dentes. Ao preparo do espaço protético, os canais do subgrupo A foram padonizados em 0,8 mm, do B em 1,0 mm e C em 1,2 mm. Dentro desses grupos, 20 dentes foram o grupo controle e 20 submetidos à vibração ultrassônica. No grupo I foram utilizados pinos pré-fabricados metálicos serrilhados de 0,8 mm e no grupo II foram utilizados retentores fundidos em liga de cobre-alumínio com 0,8, 1,0 e 1,2 mm de diâmetro. As amostras foram incluídas em resina acrílica quimicamente polimerizável e os retentores foram fixados com cimento de ionômero de vidro. Após 72 horas, metade da amostra foi submetida à vibração ultrassônica durante três minutos, sendo 1 minuto em cada superfície (vestibular, lingual e oclusal), enquanto que na outra metade não foi aplicado o ultrassom. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração em uma Máquina de Ensaio Universal e os resultados foram analisados por testes não-paramétricos: U de Mann-Whitney, Wilcoxon e Kruskal-Wallis. A aplicação da vibração ultrassônica reduziu significativamente a retenção promovida pelo cimento ionômero de vidro na fixação dos retentores intrarradiculares. Os autores concluíram que o uso do ultrassom foi eficaz tanto nos pinos pré-fabricados quanto nos moldados e fundidos, e que a eficácia da vibração ultrassônica não foi relacionada ao diâmetro dos retentores.

Braga et al. (2005) avaliaram a eficácia do ultrassom na remoção de pinos metálicos fundidos quando uma ou duas unidades de ultrassom foram utilizadas em diferentes períodos de tempo. Foram selecionados 30 caninos superiores humanos, suas coroas foram seccionadas transversalmente ao nível da junção cimento-esmalte, as raízes foram incluídas em blocos de resina acrílica autopolimerizável e os canais foram tratados endodonticamente no comprimento de trabalho em 12 mm. Após 72 horas de armazenadmento a 37 °C, os espaços protéticos foram preparados em 8 mm para receber os retentores intrarradiculares e os preparos foram moldados com resina acrílica autopolimerizável e pinos pré-fabricados Pinjet. Após a fundição, os retentores foram cimentados com cimento resinoso e as amostras foram armazenadas em água destilada a 37 °C durante 72 h. Após esse período, os espécimes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos. Nos grupos I e II, apenas uma unidade de ultrassom foi utilizada durante 30 e 60 s, respectivamente, nos grupos III e IV, duas unidades de ultrassom foram usadas simultaneamente durante 30 e 60 s, respectivamente, e no grupo V não foi utilizado ultrassom (grupo controle). As vibrações ultrassônicas foram aplicadas com unidades de ultrassom Enac OE-5 e pontas ST-09 aplicadas perpendicularmente ao longo eixo dos retentores intrarradiculares. Todas as amostras foram submetidas ao teste de tração em uma Máquina de Ensaio Universal Instron (modelo 4444), a uma velocidade de tração de 1 mm/min. A análise dos resultados revelou uma diferença estatisticamente significante entre os grupos (ANOVA,  $P < 0,01$ ), porém não houve diferença estatística significante entre os grupos III e IV. Os autores concluíram que o uso do ultrassom reduz a força necessária para a remoção de retentores intrarradiculares e que a técnica mais eficiente foi a utilização de duas unidades de ultrassom.

Budd, Gekelman e White (2005) avaliaram o aumento de temperatura na superfície radicular externa causado pela remoção de retentores intrarradiculares utilizando diferentes dispositivos de ultrassom e métodos de refrigeração. Duas unidades de ultrassom, MiniEndo

II (piezoelétrico) e Cavitron (magnetoestrutivo), foram comparadas utilizando diferentes métodos de refrigeração: I – sem ar, sem água e sem irrigação (NN); II - ar como refrigeração (A); III – irrigação com 15 mL/min de água (W15); IV – irrigação com 30 mL/min de água (W30). Foi utilizado um primeiro molar inferior e sua coroa seccionada transversalmente ao nível da junção cimento-esmalte, e em seguida um retentor metálico rosqueado foi cimentado com ionômero de vidro no canal da raiz distal com um comprimento de 10 mm. O aumento da temperatura foi avaliado em dois locais através de uma câmera de infravermelho, sendo um na linha de cimentação e outro na superfície externa da raiz distal 3 mm aquém do ápice. A vibração ultrassônica foi aplicada durante 120 segundos na superfície do retentor, sendo que as temperaturas foram gravadas nos intervalos de 30, 60, 90 e 120 segundos e cinco repetições foram registradas para cada localização e método de refrigeração (n = 80). O aumento da temperatura foi calculado subtraindo a temperatura máxima em cada intervalo da temperatura ambiente e os dados foram submetidos à análise estatística utilizando a ANOVA e o teste de Scheffe *post hoc* ( $p \leq 0,05$ ). Os resultados mostraram que o aumento de temperatura foi maior para o dispositivo piezoelétrico, especialmente sem ar e sem refrigeração a água, a média geral mostrou que o aumento de temperatura para o Pino =  $20,1 \pm 27,9$  °C e para a Raiz =  $10,9 \pm 7,9$  °C foram significativamente diferentes. Diferenças estatísticas significantes no aumento de temperatura foram: Piezoelétrico > Magnetoestrutivo, Pino > Raiz, NN > A = W15 = W30 no entanto, A > W30. Os autores concluíram que houve diferenças significativas na elevação da temperatura em função do tipo de dispositivo de ultrassom, localização no dente e do método de refrigeração utilizado.

Dominici et al. (2005) avaliaram o aumento de temperatura da superfície da raiz e do retentor durante a aplicação de vibração ultrassônica para remoção de retentores intrarradiculares. Foram tratados endodonticamente 10 incisivos superiores humanos e realizado em cada amostra o preparo do espaço protético. Os retentores metálicos foram

cimentados com fosfato de zinco e em seguida, os espécimes foram armazenados a 100% de umidade durante 30 dias. Após esse período, a vibração ultrassônica foi aplicada sem refrigeração durante 1 minuto em cada amostra e as temperaturas foram registradas a cada intervalo de 15 segundos através de sensores de temperatura fixados na porção coronal do pino e na superfície externa do terço cervical da raiz. Os dados foram analisados com a ANOVA utilizando as variáveis independentes: I - o tempo de aplicação de ultrassom (15, 30, 45 e 60 s) e II - localização (pino e superfície radicular externa). Os resultados mostraram que as maiores temperaturas foram registradas no retentor intrarradicular (52,6 °C, desvio padrão 11,1 em 15 segundos; 82,6 °C, desvio padrão 20,1 em 30 segundos; 111,0 °C, desvio padrão 29,1 em 45 segundos; 125,3 °C, desvio padrão 33,2 em 60 segundos) em comparação com a superfície radicular (9,5 °C, desvio padrão 4,6; 17,5 °C, desvio padrão 4,8; 25,4 °C, desvio padrão 7,3; 32,2 °C, desvio padrão 8,1) para cada período de tempo ( $P < 0.001$ ). Os autores concluíram que a aplicação de ultrassom sem refrigeração por mais de 15 segundos gera uma alta temperatura na superfície radicular.

Alfredo et al. (2006) avaliaram *in vitro* a influência de um cimento endodôntico a base de eugenol na adesão de retentores intrarradulares fixados com cimento resinoso e fosfato de zinco. Foram selecionados 24 caninos superiores, suas coroas foram seccionadas transversalmente na junção cimento-esmalte, as raízes incluídas em blocos de resina acrílica e as amostras foram divididas em 2 grupos ( $n=12$ ). Em seguida, foi realizado o preparo químico-mecânico das amostras e a obturação do sistema de canais radiculares do grupo I com guta-percha e cimento a base de eugenol Endofill (Dentsply/Maillefer, Ballaigues, Switzerland) e do grupo II com apenas a guta-percha. Em cada grupo, metade das amostras teve a cimentação do retentor intrarradicular com cimento resinoso e a outra metade com fosfato de zinco. Após 72 horas de armazenamento em água destilada a 37 °C, os espécimes foram submetidos ao teste de tração em uma Máquina de Ensaio Universal Instron (modelo

4444; Instron Corporation, Canton, MA, USA) com força aplicada a uma velocidade de subida de 0,5 mm/min até o deslocamento do retentor. A força máxima necessária para a remoção do pino intrarradicular foi registrada em Newton e as médias foram submetidas à análise estatística. Os resultados mostraram que os retentores fixados com fosfato de zinco foram significativamente mais retentivos (353,4 N) do que os fixados com cimento resinoso (134,9 N) ( $p < 0,01$ ). Em relação à influência do cimento à base de eugenol Endofill sobre a retenção de pino intrarradicular, houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) apenas entre os grupos fixados com cimento resinoso, sendo que nos canais obturados com EndoFill e guta-percha houve menor retenção do que nos canais obturados somente com cones de guta-percha (101,5 e 168,2 N, respectivamente). Os autores concluíram que o cimento à base de fosfato de zinco apresentou maior retenção que o cimento resinoso Enforce e que o cimento obturador contendo eugenol (EndoFill) somente afetou as propriedades adesivas do cimento resinoso.

Huttula et al. (2006) estudaram as mudanças de temperatura da superfície radicular externa durante a aplicação ultrassônica para remoção de pinos intrarradiculares. Vinte e seis pré-molares foram divididos aleatoriamente em dois grupos, tendo seus comprimentos padronizados em 13 mm. O sistema de canais radiculares foi instrumentado com o sistema Profile taper 0.04 e obturados pela técnica da condensação lateral. Em seguida, o preparo do espaço protético foi realizado e as amostras armazenadas em 100% de umidade por 7 dias. Após esse período, os pinos foram cimentados com cimento resinoso Panaiva F 2.0 e os termopares foram posicionados em dois locais (um coronal e outro apical) sobre as superfícies proximais das raízes. A vibração ultrassônica foi aplicada por 4 minutos, com e sem refrigeração, e os termopares registraram as mudanças de temperatura da superfície radicular. Os resultados mostraram que a temperatura foi significativamente maior quando a vibração ultrassônica foi aplicada sem refrigeração ( $p < 0,001$ ) e os autores concluíram que o risco de

lesão térmica do periodonto circundante é potencialmente minimizado quando a vibração ultrassônica é aplicada com irrigação.

Campos et al. (2007) determinaram a relação direta entre o uso de duas técnicas de remoção de retentor intrarradicular, broca ou ultrassom, e seus efeitos sobre o selamento apical de dentes tratados endodonticamente. Vinte e cinco incisivos centrais superiores humanos tiveram suas coroas seccionadas, obtendo-se raízes padronizadas em 15 mm de comprimento. As amostras foram tratadas endodonticamente e posteriormente foram realizados os preparos para receber os retentores intrarradiculares com comprimento de 10 mm cada. Os espécimes foram armazenados a 37 °C e 100% de humidade durante 10 dias. Após esse período, 10 retentores intrarradiculares foram fundidos em liga de CuAlZn (cobre-alumínio-zinco) (Goldent, LA, AJE, São Paulo, SP, Brasil) e 10 em liga de PdAg (paládio-prata) (Pors-on 4, Degussa, Hanau, Alemanha), e cimentados com cimento de fosfato de zinco. Após 24 horas, foram removidos com dois tipos de técnica: remoção com broca carbide em alta rotação e remoção com ultrassom. Em seguida, os dentes foram impermeabilizados com cianoacrilato de etila, permitindo a entrada do corante apenas por via cervical. Os dentes foram imersos em rodamina por 24 horas, depois foram clivados e observados em microscópio óptico de luz e analisados em “software” próprio (Imagelab). Os resultados foram submetidos à análise de variância e mostraram que, para o fator liga, os pinos de PdAg geraram uma média de infiltração maior ( $2,23 \pm 0,48$  mm) do que os pinos de CuAlZn ( $1,39 \pm 0,48$  mm), com  $p = 0,025$ ; para o fator técnica, não houve diferença estatística significativa, com  $p = 0,9$ , entre a remoção com ultrassom ( $1,99 \pm 0,62$  mm) e a remoção com instrumento cortante rotatório ( $1,62 \pm 0,62$  mm). Os autores concluíram que o grau de infiltração apical está relacionado com o tipo de liga e a infiltração ocorreu em ambas às técnicas utilizadas.

Ettrich et al. (2007) averiguaram o potencial de aumento de temperatura durante a remoção de retentores intrarradiculares com uso de ultrassom em um ambiente clínico

simulado. Trinta e sete dentes humanos extraídos foram selecionados e suas coroas seccionadas transversalmente ao nível da junção cimento-esmalte. Foi realizada a cirurgia de acesso e preparo químico-mecânico em cada amostra através de um sistema rotatório de conicidade 0,06 no sentido coroa-ápice. Em seguida, foram realizados os preparos do espaço protético no comprimento de 10 mm, sendo os pinos seccionados para um padrão de 12 mm de comprimento e cimentados com cimento de fosfato de zinco. Dois milímetros de cada retentor foram propositadamente deixados coronalmente para proporcionar uma superfície adequada ao teste. Um ambiente clínico foi simulado usando uma folha de polimetilmetacrilato com furos personalizados para os espécimes e, em seguida, suspensa sobre um banho de água aquecida. Dois sensores de calor foram acoplados na superfície externa da raiz a 6 e 12 mm a partir do topo do retentor e as amostras foram divididas aleatoriamente em três grupos. O grupo I consistiu na aplicação ultrassônica nos níveis média e alta potência sem uso de refrigeração, o grupo II na mesma aplicação ultrassônica e com ar como refrigeração e o grupo III na utilização de um fluxo de água a partir da seringa tríplice como refrigeração. As mudanças de temperatura foram registradas por meio de um sistema de registro de calor e os resultados demonstraram que houve uma diferença significativa nas taxas médias de calor entre os sensores de calor superiores e inferiores para qualquer forma de refrigeração. As taxas médias de calor foram significativamente diferentes entre os dois sensores de calor para os três grupos quando se compararam as duas potências de vibração ultrassônica. Os autores concluíram que a taxa média de calor foi menor para o grupo com refrigeração a água quando se utilizou uma potência média de aplicação ultrassônica.

Horan et al. (2008) avaliaram as alterações de temperatura das superfícies radiculares de dentes com raízes finas e grossas durante a remoção de pinos intrarradiculares através da vibração ultrassônica com e sem irrigação. Vinte e quatro dentes unirradiculares humanos foram divididos em 2 grupos: GI – incisivos e GII – pré-molares. A coroa de cada dente foi

seccionada transversalmente ao nível da junção cimento-esmalte, padronizando o comprimento das raízes em 13 mm. As amostras foram tratadas endodonticamente através do sistema rotatório Profile® no comprimento de trabalho em 12 mm e a obturação foi realizada através da técnica da onda contínua de calor SystemB, restando 5mm de material obturador. As amostras foram armazenadas a 37 °C e 100% de humidade durante 7 dias e após esse período, o preparo do espaço protético foi realizado no comprimento de 7 mm e os retentores padronizados em 11 mm para expor coronalmente 4 mm de cada pino. Termopares foram cimentados na superfície externa das amostras para registrar o aumento de temperatura durante a remoção dos retentores. As amostras foram incorporadas em moldes de gesso padronizados e imersas em água com temperatura controlada. Após esse período, a vibração ultrassônica com e sem irrigação foi aplicada, e as temperaturas radiculares externas foram anotadas a partir de 37 ° C por um período de 4 minutos. Os dados foram analisados com o teste t Student ( $\alpha=05$ ). Os resultados mostraram que não houve diferenças estatísticas significativas na mudança de temperatura entre os grupos de raízes finas e grossas, com ou sem irrigação. Os autores concluíram que o uso de irrigação durante a aplicação ultrassônica na remoção de retentores intrarradiculares pode minimizar o risco de danos induzidos termicamente ao periodonto e que não foi encontrada relação significativa entre o aumento da temperatura e a espessura da dentina.

Brito-Júnior et al. (2009) compararam o tempo necessário para a remoção de pinos intrarradiculares cimentados com fosfato de zinco ou ionômero de vidro utilizando dois aparelhos de ultrassom piezoelétricos brasileiros. Foram selecionados setenta e dois pré-molares inferiores humanos com canal único e suas coroas foram seccionadas na junção cimento-esmalte. Em cada amostra, as raízes foram tratadas endodonticamente através da técnica de Oregon Modificada e os espaço protéticos para retentores intrarradiculares foram preparados a um comprimento de 9 mm e os canais foram moldados com resina acrílica

quimicamente polimerizável para se obter uma impressão dos pinos. Em seguida, os retentores foram fundidos em liga de cobre-alumínio e os espécimes foram divididos aleatoriamente em 2 grupos (n=36) de acordo com o material de cimentação utilizado: GI – cimentação com fosfato de zinco e GII – cimentação com ionômero de vidro. Posteriormente, as raízes foram incluídas em tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável e os espécimes foram armazenados a 37 °C e a 100% de umidade durante sete dias. Após esse período, a porção coronária (núcleo) de cada amostra foi desgastada até a linha de cimentação para uma adaptação apropriada da ponta ultrassônica. Os grupos foram depois divididos em três subgrupos (n = 12) de acordo com o dispositivo de ultrassom usado: A - Enac (Osada Electric Co. Ltd., Tóquio, Japão), utilizado como um grupo de controle; B - Profi II Ceramic (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil); C - Jet Sonic Satelec (Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brazil). Os retentores intrarradiculares foram submetidos ao processo de vibração ultrassônica em potência máxima em todas as faces. O tempo de aplicação foi gravado com um cronômetro até deslocamento completo do pino e os dados foram analisados pelo teste ANOVA ( $p < 0,05$ ). Os resultados mostraram que as médias necessárias para a remoção do retentor no GI e GII foram respectivamente 41,42 e 92,03 segundos e que não houve diferença estatística significativa entre os três dispositivos de ultrassom. Assim, os autores concluíram que os três dispositivos de ultrassom apresentaram desempenho semelhante na remoção de retentores intrarradiculares e que o agente de cimentação influencia no tempo necessário para remoção.

Dias et al. (2009) avaliaram *in vitro* a influência de um cimento endodôntico a base de óxido de zinco e eugenol na retenção de retentores intrarradiculares fixados com cimento resinoso e fosfato de zinco após diferentes períodos de obturação do canal radicular. Sessenta caninos superiores tiveram suas coroas seccionadas e as raízes incluídas em blocos de resina acrílica. Em seguida, as amostras foram distribuídas em 3 grupos de acordo com o período de

obturação: Grupo I – imediatamente após a obturação; Grupo II – 72 horas depois e Grupo III – 4 meses depois. Os grupos foram também divididos de acordo com o tipo de cimento utilizado para fixação do retentor intrarradicular: A – cimento fosfato de zinco e B – cimento resinoso Panavia F. Após o armazenamento a 37 °C por 72 horas, os espécimes foram submetidos ao teste de tração em uma Máquina de Ensaio Universal, com a aplicação da força de tração a uma velocidade de 0,5 mm/min até o deslocamento do pino. As forças máximas necessárias para a remoção do retentor intrarradicular foram registradas (kN) e as médias foram submetidas à análise estatística pela análise de variância e teste de Tukey-Kramer ( $\alpha = 0,001$ ). Os resultados apontaram que houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre os pinos cimentados com fosfato de zinco (0,2112 kN) e cimento resinoso Panavia F (0,0501 kN). No entanto, não foram encontradas diferenças estatísticas significantes ( $p > 0,05$ ) entre os três períodos de cimentação dos retentores, independentemente do cimento. Os autores concluíram que o cimento obturador à base de eugenol influenciou resistência à tração dos retentores intrarradiculares fixados com cimento resinoso, mas não teve influência nos diferentes períodos de cimentação.

Garrido et al. (2009) avaliaram vários protocolos de aplicação de ultrassom durante a remoção de retentores intrarradiculares cimentados com cimento de fosfato de zinco. Foram selecionados 60 caninos inferiores humanos de acordo com a forma e comprimento da raiz. As coroas foram seccionadas transversalmente com discos de carborundum, padronizando as raízes para 13 mm de comprimento e as amostras foram embebidas em resina acrílica utilizando uma matriz de alumínio retangular e armazenadas a 37° C com 100% de umidade relativa em recipientes selados hermeticamente. As raízes foram tratadas endonticamente e os canais foram preparados com brocas de Largo 6 (9 mm de comprimento e 1,3 mm de diâmetro) com uma peça de mão a baixa rotação acoplada a um paralelômetro para o preparo permanecer paralelo ao longo eixo das raízes. A preparação do retentor intrarradicular foi

realizada em duas etapas: a produção do pino e núcleo de preenchimento. Os pinos foram preparados utilizando uma técnica direta com resina acrílica quimicamente ativada (Duralay, Reliance, Dental Mfg Co., Worth, IL, EUA) e pinos de Pin-Jet pré-fabricados (Angelus, Londrina, PR, Brasil). Os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em três grupos (n = 20) de acordo com o diâmetro e a altura do núcleo: Grupo 1 – núcleo com 5 mm de diâmetro e altura e pino com 1,3 mm de diâmetro; Grupo 2 – núcleo com o mesmo diâmetro do pino (1,3 mm) e 5 mm de altura; Grupo 3 - núcleo com o mesmo diâmetro do pino (1,3 mm) e 3 mm de altura. O núcleo foi esculpido em cera para a moldagem, para reproduzir o núcleo de acordo com as dimensões estabelecidas para cada grupo. Após a fundição, os pinos foram testados nos canais (8 mm de comprimento) e então cimentados com cimento de fosfato de zinco (LS; Vivadent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), e as amostras foram armazenadas a 100% de umidade relativa a 37 ° C durante 3 semanas. Cada grupo foi dividido em dois subgrupos de acordo com a aplicação da vibração ultrassônica: subgrupo A - (vibração pontual) - aplicação das vibrações ultrassônicas no centro de cada face do pino, utilizando vibração pontual, durante 5 s em cada face (V, L, M, D e I), totalizando 25 s; subgrupo B - (vibração alternativa) - vibração ultrassônica com aplicação intermitente durante 10 s nas faces V e L alternadamente, 10 s nas faces M e D da mesma maneira e 5 s na face incisal, totalizando 25 s. A vibração ultrassônica foi realizada com um dispositivo de ultrassom ENAC, modelo OE-5 (Osada Electric Co., Ltd, Tóquio, Japão), com refrigeração, utilizando uma ponta de ST-09. Após a vibração ultrassônica, os espécimes foram submetidos a um teste de tração em uma máquina de teste universal (Instron 4444, Instron Corporation). Os resultados para as forças de tração máxima, obtidos em Newtons, foram observados e submetidos a testes estatísticos através de análise de variância e t-teste. Os resultados mostraram diferença estatística significativa para ambos os fatores: configuração do núcleo e a forma de aplicação da vibração ultrassônica. O t-teste mostrou diferença estatística significativa entre todos os grupos

relacionados com os preparos do núcleo ( $P < 0,05$ ). A média mais baixa para as forças de tração foram obtidas para o grupo 3 ( $46,1 \pm 7,7$  N), seguido pelo grupo 2 ( $89,0 \pm 2,7$  N) e grupo 1 ( $160,4 \pm 7,5$  N). Os menores valores foram observados no grupo com o pequeno diâmetro e altura de núcleo. Em relação aos métodos de vibração, valores menores foram obtidos com a vibração alternada, isto é, subgrupo B ( $81,1 \pm 10,1$  N), que diferiu significativamente ( $P < 0,05$ ) da vibração pontual, ou seja, o subgrupo A ( $115,9 \pm 9,5$  N). Os autores concluíram que a utilização de procedimentos antes do uso de ultrassom, tais como a redução de diâmetro/altura do núcleo, bem como o modo de aplicação do ultrassom, melhorou a eficácia de remoção de pinos metálicos cimentados com cimento de fosfato de zinco.

Soares et al. (2009) avaliaram o efeito do agente de cimentação no tempo requerido para a remoção de pinos intrarradiculares fundidos utilizando um dispositivo de ultrassom. Trinta caninos humanos foram selecionados e tratados endodonticamente por meio da técnica coroa-ápice. Os espécimes foram armazenados a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  a 100% de umidade durante 1 semana, sendo que após esse período suas coroas foram seccionadas transversalmente ao nível da junção cimento-esmalte para se obter um remanescente radicular de 15 mm de comprimento. Em seguida, as amostras foram incluídas em cilindros de resina acrílica autopolimerizável e posteriormente os espaços para receber os retentores foram preparados com broca de Largo a um comprimento de 10 mm. As amostra, então, foram divididas aleatoriamente em 3 grupos ( $n=10$ ) de acordo com o agente de cimentação: GI – fosfato de zinco (controle); GII – cimento de ionômero de vidro e GIII – cimento resinoso. Depois de cimentados, os espécimes foram armazenados a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  e 100 % de umidade durante 24 horas e após esse período a porção extrarradicular (núcleo) de cada amostra foi desgastada com brocas diamantadas em alta rotação. A vibração ultrassônica foi aplicada com um dispositivo de ultrassom Enac e ponta ST-09 em potência máxima, aplicando sucessivamente nas superfícies bucal, mesial, lingual, distal e incisal. O tempo necessário para desalojar completamente cada pino foi gravado com

um cronômetro digital e os valores obtidos foram analisados pela ANOVA e teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre os três grupos, sendo que os retentores fixados com cimento resinoso necessitaram de mais tempo para a remoção completa do que os fixados com ionômero de vidro (menor tempo) e com fosfato de zinco (tempo intermediário). Os autores concluíram que o tipo de cimento teve influência direta sobre o tempo necessário para a remoção de pinos intrarradiculares através do ultrassom, sendo os fixados com cimento resinoso os que necessitam de maior tempo para a remoção.

Adarsha e Lata (2010) avaliaram *in vitro* a eficácia da vibração ultrassônica com e sem refrigeração sobre a quantidade de força necessária para remoção de retentores intrarradiculares fixados com cimento resinoso e ionômero de vidro. Foram selecionados 60 caninos superiores que tiveram suas coroas seccionadas próximo a junção cimento-esmalte e as raízes tratadas endodonticamente. Em seguida, as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente por 7 dias e após esse período foram realizados os preparos do espaço protético. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 6 grupos: nos Grupos 1, 2 e 3 os pinos foram cimentados com ionômero de vidro e nos Grupos 4,5 e 6 os retentores foram fixados com cimento resinoso. Nos Grupos 1 e 4 (controles) não aplicou-se ultrassom; nos Grupos 2 e 5 aplicou-se ultrassom sem refrigeração e nos Grupos 3 e 6 aplicou-se ultrassom com refrigeração. Os espécimes foram submetidos ao teste de tração em uma Máquina Universal de Ensaio Instron e os dados foram analisados estatisticamente. Os resultados mostraram que a vibração ultrassônica com refrigeração nos grupos cimentados com ionômero de vidro reduziu em 53,33% a força necessária para remoção dos retentores intrarradiculares, enquanto a aplicação do ultrassom sem refrigeração reduziu em 59,5% a força de tração máxima necessária para deslocar os pinos intrarradiculares quando comparados aos grupos controle. Os autores concluíram que a vibração ultrassônica com

refrigeração é mais eficaz na remoção de retentores cimentados com ionômero de vidro provavelmente por causar fraturas no cimento circundante e a água solubilizar o cimento, enquanto que a aplicação de ultrassom sem refrigeração é mais eficaz na remoção de pinos intrarradiculares fixados com cimento resinoso devido a ação indireta do calor produzido comprometer as propriedades químicas de adesão do cimento.

Davis et al. (2010) estimaram as probabilidades de injúria tecidual e mediram a eficácia de métodos de refrigeração para diminuir o calor produzido pela vibração ultrassônica durante a remoção de retentores intrarradiculares. Foram selecionados 10 dentes unirradiculares e suas coroas seccionadas. Todos os dentes foram acessados e uma lima K #10 foi utilizada para o cateterismo e odontometria, estipulando-se 0,5 mm aquém do ápice. Os canais foram instrumentados com sistema ProTaper® até a lima F3 e obturados com técnica da onda contínua de calor com comprimento de trabalho de 15 mm. Em seguida, foram desobturados 10 mm de guta-percha para receber os retentores intrarradiculares, nos quais foram cimentados com cimento resinoso. Após esse período, foram posicionados na superfície radicular dois sensores de temperatura, um no terço cervical e outro no terço apical, e os sensores foram conectados a um registrador de dados. Então, foi aplicado o ultrassom sem refrigeração em potência máxima nos retentores intrarradiculares e quando atingido a temperatura de 10°C, cinco métodos de refrigeração foram aplicados imediatamente nos retentores: I – ar da seringa tríplice; II – spray de água da seringa tríplice; III – bola de algodão de 4 mm de diâmetro com aplicação de gás refrigerante por 2 segundos; IV – bola de algodão de 9 mm de diâmetro com aplicação de gás refrigerante por 2 segundos; V – ar ambiente. Os dados foram analisados com a análise de variância, usando as variáveis independentes do tempo de aplicação de ultrassom (10, 15 e 20 segundos) e o método de refrigeração. Os resultados mostraram que o aumento da temperatura média no terço cervical foi de 1,21°C para 10 segundos de aplicação ultrassônica, 3,02°C para 15 segundos e 5,00°C

para 20 segundos, e valores semelhantes foram observados no terço apical. Em todos os casos os métodos de refrigeração diminuíram a temperatura das superfícies radiculares, sendo que o método de ar ambiente demorou o dobro do tempo para diminuir a temperatura quando comparado aos outros métodos, mas não houve diferenças estatísticas significantes. Os autores concluíram que as temperaturas prejudiciais são facilmente alcançadas em menos de 1 minuto durante aplicação ultrassônica sem refrigeração em núcleos metálicos, que o uso do ultrassom com os métodos de refrigeração são eficazes na redução da probabilidade de danos nos tecidos e que com apenas 20 segundos de aplicação contínua de ultrassom sem refrigeração a consequência do acúmulo de calor a um elemento dental pode contribuir para um desfecho clínico prejudicial.

Lipski, Debick e Drozdziak (2010) avaliaram o aumento de temperatura da superfície radicular externa de incisivos humanos durante a remoção ultrassônica de retentores intrarradiculares com diferentes fluxos de água. Foram selecionados 36 incisivos humanos, sendo 12 centrais superiores, 12 laterais superiores e 12 inferiores. Após a cirurgia de acesso, a coroa de cada dente foi seccionada transversalmente para padronizar as amostras em um comprimento de 13 mm nos incisivos inferiores e 16 mm nos superiores. Os espécimes foram tratados endodonticamente através da técnica do sistema rotatório K3 e em seguida armazenados a 100% de umidade durante 48 horas. Após esse período, foi realizado o preparo do espaço protético em cada amostra e em seguida os retentores intrarradiculares foram cimentados com fosfato de zinco. A vibração ultrassônica foi aplicada sem refrigeração e com refrigeração (20 mL/min e 40 mL/min) nos retentores durante um período de 2 minutos, sendo que as mudanças de temperatura na superfície externa das raízes foram medidas em intervalos de 10 segundos, utilizando uma câmera de imagem térmica infravermelha e tendo como referência a temperatura ambiente. Os dados foram analisados por meio dos testes de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney ( $\alpha=0.05$ ) e os resultados mostraram que o aumento de temperatura da

superfície radicular foi significativamente menor quando os retentores foram removidos através do ultrassom com irrigação de 40 mL/min de água em comparação com a vibração sem refrigeração e com irrigação de 20 mL/min, sendo que o grupo com vibração sem refrigeração teve um maior aumento de temperatura. A análise estatística entre os grupos de dentes mostraram diferenças no aumento de temperatura média dos incisivos centrais superiores e incisivos laterais superiores em comparação com incisivos inferiores quando a vibração ultrassônica foi realizada sem refrigeração ou com irrigação de 20 mL/min, e não houve diferenças estatisticamente significantes no aumento de temperatura entre os grupos estudados quando a irrigação de 40 ml/min foi usada. Os autores concluíram que irrigação abundante durante a remoção de retentores intrarradiculares com ultrassom é um método eficaz para a proteção do ligamento periodontal.

Braga et al. (2012) compararam diferentes modos de aplicação de ultrassom para a remoção de retentores intrarradiculares fundidos, variando o posicionamento da ponta ultrassônica sobre o núcleo. Foram selecionados 24 caninos superiores humanos e suas coroas seccionadas horizontalmente usando um disco carburundum sob refrigeração, atingindo um comprimento de raiz de 13 mm. As raízes foram incluídas em resina acrílica autopolimerizável, deixando cerca de 1 mm de porção cervical exposta. Em seguida, foram realizados os tratamentos endodônticos, padronizando o comprimento de trabalho em 12 mm, através da técnica coroa-ápice até a lima K #50 e os canais obturados com cones de gutapercha pela técnica da condensação lateral. Os espécimes foram armazenados a 37 ° C e 100% de umidade durante 1 semana. Os espaços para os retentores intrarradiculares foram preparados e depois moldados com resina acrílica autopolimerizável. Após a fundição, os pinos intrarradiculares foram cimentados com cimento de fosfato de zinco. As amostras foram distribuídas aleatoriamente em três grupos (n=8): G1 - sem vibração ultrassônica (controle); G2 - ponta do aparelho ultrassônico posicionada perpendicularmente à superfície do núcleo e

perto da borda incisal; G3 - ponta do aparelho ultrassônico posicionada perpendicularmente à superfície do núcleo na região cervical, perto da linha de cimentação. A aplicação ultrassônica foi realizada com uma unidade de ultrassom Enac OE-5 com uma ponta ST-09 durante 1 minuto. Em seguida, todas as amostras foram submetidas ao teste de tração utilizando uma Máquina Universal de Ensaio a uma velocidade de 1 mm/min. Os dados foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey post-hoc ( $\alpha = 0,05$ ) e os resultados mostraram que os valores médios de carga necessários para deslocar os retentores intrarradiculares (MPa) foram: G1 = 4,6 ( $\pm 1,4$ ); G2 = 2,8 ( $\pm 0,9$ ) e G3 = 0,9 ( $\pm 0,3$ ). Os autores concluíram que a aplicação de vibrações ultrassônicas na região cervical do núcleo foi o modo mais eficaz para a remoção de retentores intrarradiculares fundidos.

Dastgordi et al. (2013) determinaram e compararam os tempos necessários para remoção, por meio da vibração ultrassônica, de retentores intrarradiculares de titânio com diferentes comprimentos e fixados com diferentes cimentos. Foram selecionados 81 dentes extraídos que apresentavam apenas um único canal (caninos e pré-molares), tratados endodonticamente com o sistema ProTaper® (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) até o instrumento F4 e divididos aleatoriamente em 9 grupos que foram dispostos de acordo com o preparo do espaço protético (5, 7 e 9 mm) e com o tipo de cimento de fixação (fosfato de zinco, ionômero de vidro e resinoso). Os retentores intrarradiculares foram cimentados e após 7 dias de armazenamento em uma incubadora a 37 °C, as amostras foram submetidas à vibração ultrassônica até a completa remoção do pino intrarradicular. Os tempos de remoção foram registrados e analisados estatisticamente, e os resultados demonstraram que houve diferença estatística entre os tempos de deslocamento do pino de acordo com o comprimento e agente de cimentação. Os retentores de 5 mm de comprimento cimentados com fosfato de zinco apresentaram menor tempo de remoção e os retentores de 9 mm de comprimento fixados com cimento resinoso apresentaram maior tempo para remoção. Os autores

concluíram que o tipo de cimento e o comprimento do retentor pode influenciar no tempo necessário para a remoção de pinos intrarradiculares por meio de aplicação ultrassônica.

Feiz et al. (2013) avaliaram o efeito da vibração ultrassônica na retenção de pinos metálicos pré-fabricados fixados com diferentes cimentos resinosos. Quarenta e oito pré-molares foram selecionados de acordo com a forma e comprimento do canal (presença de 1 canal e comprimento de aproximadamente 13 mm), e suas coroas seccionadas transversalmente para a padronização das raízes em 13 mm. Em seguida, as amostras foram tratadas endodonticamente e realizado o preparo do espaço protético. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em 4 grupos: nos Grupos 1 e 2 os pinos foram fixados com cimento resinoso auto-condicionante Panavia F 2.0 (Kuraray Medical, Japão) e nos grupos 3 e 4 com cimento resinoso autoadesivo Maxcem Elite (Kerr, EUA). A vibração ultrassônica foi aplicada durante 4 minutos nos grupos 2 e 4, e uma Máquina Universal de Ensaio foi utilizada para medir a força necessária para remover os pinos intrarradiculares com uma velocidade de 1 mm / min, até o total deslocamento do retentor. Os dados foram registrados e submetidos à análise estatística utilizando o teste Kruskal-Wallis com nível de significância de 5%. Os resultados apontaram que não houve diferença estatística significativa na força de tração entre os grupos testados ( $p > 0,05$ ). Os autores concluíram que energia ultrassônica não influencia na retenção de pinos fixados com cimento resinoso auto-condicionante e autoadesivo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

Avaliar *in vitro* um novo protocolo para remoção de retentores intrarradiculares fundidos fixados com cimento de fosfato de zinco em dentes multirradiculares por meio do ultrassom.

### 2.2 Específicos

- Avaliar a força de tração necessária para deslocar retentores intrarradiculares sem aplicação prévia de ultrassom;
- Verificar a força de tração necessária para deslocar retentores intrarradiculares após a realização de uma fenda em 2/3 do núcleo e sem aplicação de ultrassom;
- Testar a força de tração necessária para deslocar retentores intrarradiculares após a aplicação de ultrassom;
- Determinar a força de tração necessária para deslocar retentores intrarradiculares após a realização de uma fenda em 2/3 do núcleo e aplicação de ultrassom.

### **3 METODOLOGIA**

O projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas CAAE nº 07580112.9.0000.5020.

#### **3.1 Desenho do Estudo**

Trata-se de um estudo básico, quantitativo, explicativo e experimental *in vitro* controlado.

#### **3.2 Casuística**

Por meio do programa estatístico GMC 8.1 (CAMPOS, 2001) foi calculado o número mínimo de 07 repetições para cada variável, para se obter uma distribuição com erro razoável para uma análise estatística no intervalo de 1 a 5% de significância. Este projeto foi delineado com dois fatores de variação composto por 4 grupos com 10 repetições cada.

#### **3.3 Descrição dos métodos a serem utilizados**

##### ***3.3.1 Seleção da amostra***

Para realização da pesquisa, foram doados pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (FAO-UFAM) 40 molares inferiores humanos, conservados em solução de água destilada a -3 °C. Os dentes foram examinados macroscopicamente (Figura 1 A) e radiografados (Figura 1 B) no sentido vestibular para verificar a presença de anormalidades anatômicas.



**Figura 1.** **A)** Análise macroscópica dos dentes; **B)** Análise radiográfica dos dentes.

Foram selecionados quarenta (40) dentes com duas (2) raízes completamente formadas, três (3) canais, sendo dois (2) mesiais e um (1) distal, ausência de calcificações e curvaturas no canal distal. Os terceiros molares foram excluídos da amostra.

### ***3.3.2 Preparo dos corpos- de-prova***

Foi realizada a cirurgia de acesso com a broca esférica diamantada 1014 (KG-Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) e tronco-cônica 2082 (KG-Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) em alta rotação. Os dentes foram seccionados transversalmente na sua porção cervical, próximo à união cimento-esmalte, com disco de carborundum sob refrigeração (Figura 2) para a padronização do comprimento das raízes em 13 mm, confirmadas com auxílio de um paquímetro digital (Mitutoyo, Japão) (Figura 3).



**Figura 2.** Secção das coroas ao nível da junção cimento-esmalte.



**Figura 3.** Confirmação do comprimento radicular com paquímetro digital.

Confeccionaram-se sulcos perpendiculares ao seu longo eixo com disco de carborundum (SSWhite Company, Filadélfia, EUA), nas superfícies vestibular e lingual, com o objetivo de proporcionar retenção quando da sua inclusão em resina acrílica (Figura 4).



**Figura 4.** Confeção dos sulcos de retenção.

As raízes foram centradas individualmente, com auxílio de godiva em bastão (DFL, Rio de Janeiro, Brasil) e um delineador (Bio-Art, São Paulo, Brasil), em uma fôrma de silicone. Resina acrílica autopolimerizável Orto Class (Clássico, São Paulo, SP, Brasil) foi vertida na forma em sua fase arenosa (líquida), em etapas para se evitar a formação de bolhas e o superaquecimento durante a polimerização, incluindo completamente as raízes, exceto a embocadura dos canais (Figura 5).



**Figura 5.** Inclusão das raízes em blocos de resina acrílica.

Os conjuntos raiz/bloco de resina acrílica foram mantidos em estufa a 37°C e umidade relativa de 100% até a fase seguinte.

As amostras foram fixadas em morsa e submetidas ao tratamento endodôntico nas condições que se seguem. Considerando-se que o comprimento das raízes foi padronizado em 13 mm, realizou-se a odontometria em 12 mm, ou seja, 1 mm aquém do ápice. O preparo biomecânico do sistema de canais radiculares foi realizado por meio da técnica do Sistema Rotatório de Ni-Ti ProTaper® Universal (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) acionado pelo motor X-Smart (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), obtendo-se o diâmetro cirúrgico correspondente à lima F2 nos canais mesiais e F3 no canal distal, todos no comprimento de trabalho. A cada troca de limas, irrigou-se o canal radicular com 2 mL de hipoclorito de sódio a 2,5% e a irrigação final foi realizada com aplicação de EDTA a 17% durante 5 minutos seguida de hipoclorito a 2,5%. A secagem dos canais foi realizada por meio da aspiração com cânulas metálicas e cones de papel absorvente (Dentsply-Herpo, Petrópolis, RJ, Brasil), compatíveis com o diâmetro cirúrgico do preparo no comprimento de trabalho (Figura 6).

Os canais foram obturados com cones de guta-percha F2 e F3 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) e cimento endodôntico AHPlus® (Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil), por meio da técnica da termoplastificação da guta-percha.



**Figura 6.** Mesa clínica para o tratamento endodôntico das amostras.

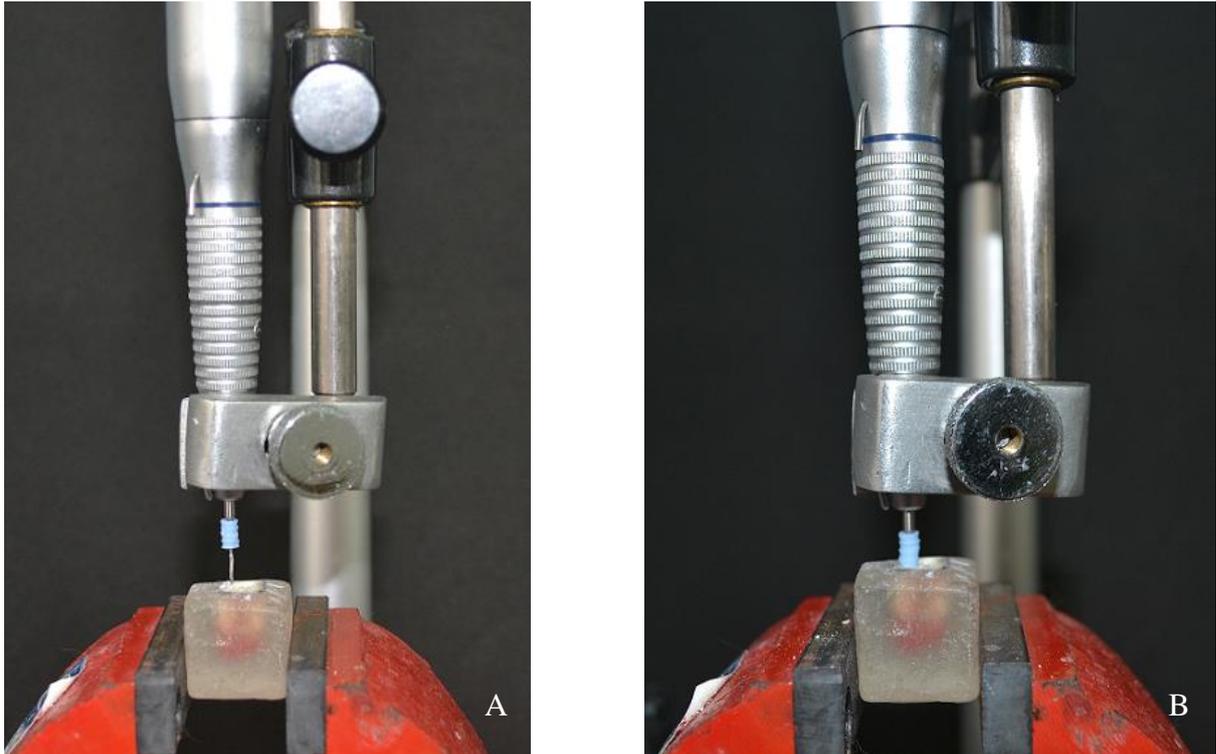
Após a obturação, foi realizado o corte do excesso extra-radicular dos cones de guta-percha com condensador de Paiva (Duflex, SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) aquecido e a condensação vertical, obtendo-se espaço para o selamento com cimento restaurador provisório (Coltosol-Vigodent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil).

Em seguida, as amostras foram armazenadas em estufa ECB (Odontobrás, Ribeirão Preto, SP, Brasil) à temperatura de 37°C ( $\pm$  2°C) com umidade relativa de 100% pelo período de 24 horas, correspondente a três vezes o tempo de presa do cimento endodôntico, determinado pelo fabricante como sendo de 8 horas.

A remoção do cimento provisório da entrada dos canais foi realizada com broca esférica em alta rotação (KG-Sorensen, São Paulo, SP, Brasil) e o preparo do espaço protético

realizado com broca de Largo n° 03 (Dentsply- Maillefer, Ballaigues, Suíça) no canal distal, cuja dimensão da parte ativa é de 9 mm de comprimento e 1,10 mm de diâmetro, e com broca de Largo n° 02 (Dentsply- Maillefer, Ballaigues, Suíça) nos canais mesiais, cuja dimensão é 9 mm de comprimento e 0,9 mm de diâmetro. Considerando-se que a broca de Largo apresenta extremidade cônica e os pinos são cilíndricos, a guia de penetração da broca de Largo 03 foi seccionada com disco de carborundum e o cursor posicionado no início da parte ativa dessa broca, demarcando 8 mm, e na broca de Largo 02 o cursor foi posicionado na parte ativa demarcando 4 mm. A medida foi conferida com paquímetro digital (Mitutoyo, Japão) para garantir a padronização do comprimento dos pinos em 8 mm para o canal distal e 4 mm para os canais mesiais.

As amostras foram fixadas em morsa e o preparo do espaço protético foi realizado em baixa rotação com peça reta acoplada a um delineador, a fim de que os preparos permanecessem paralelos ao longo eixo das raízes. A cada 10 corpos-de-prova, as brocas de Largo foram substituídas (Figuras 7 A e B).



**Figura 7.** **A)** Preparo do espaço protético com auxílio de um delineador; **B)** Finalização do preparo do espaço protético.

Após o preparo dos espaços protéticos, os espécimes foram irrigados com água destilada e secos por aspiração, cones de papel absorvente e jatos de ar, e lubrificados com vaselina siliconizada.

A confecção do retentor intrarradicular foi realizada em 2 fases: moldagem do pino e escultura do núcleo. A moldagem do pino foi feita pela técnica direta, com resina acrílica quimicamente ativada (Duralay, Reliance, Dental Mfg.Co., Illinois, EUA) e pinos pré-fabricados Pin Jet (Angelus, Londrina, PR, Brasil), obtendo-se pinos com diâmetro compatível com a broca de Largo número 3.

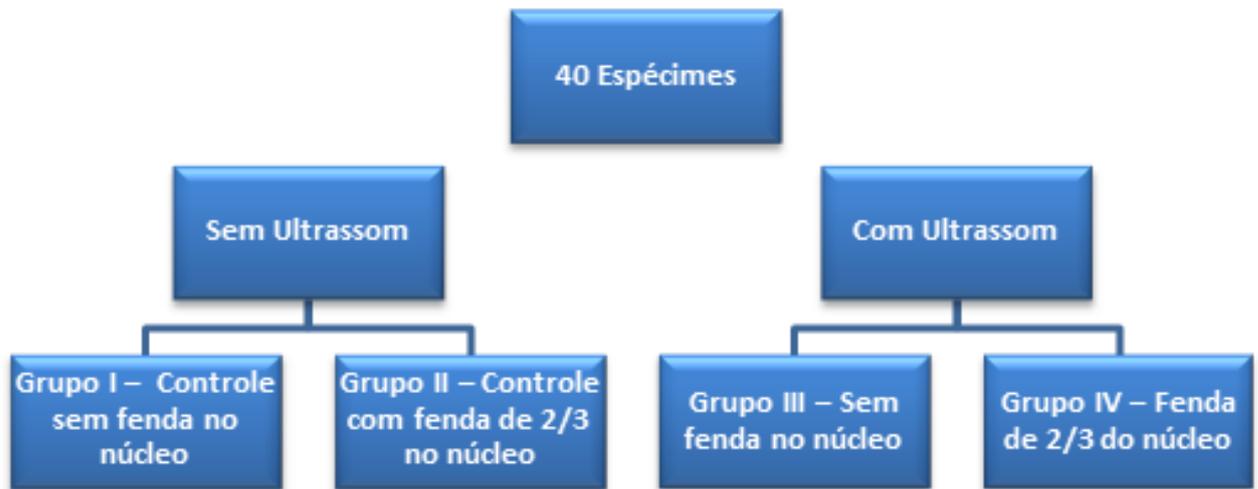
Previamente à escultura da porção coronária, os espécimes foram distribuídos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) de acordo com o desgaste do núcleo e aplicação do ultrassom (Figura 8):

Grupo I – Controle sem a realização de uma fenda no núcleo;

Grupo II – Controle com a prévia realização de uma fenda no sentido ocluso-cervical em 2/3 do núcleo;

Grupo III – Aplicação ultrassônica sem a realização de uma fenda no núcleo;

Grupo IV – Aplicação ultrassônica com prévia realização de uma fenda no sentido ocluso-cervical em 2/3 do núcleo.



**Figura 8.** Organograma da distribuição dos grupos.

A porção coronária foi então esculpida em cera para fundição com as seguintes dimensões: 6 mm méso-distal, 5 mm vestibulo-lingual e 6 mm cérvico-oclusal. As medidas do núcleo de cada espécime foram certificadas com paquímetro nos sentidos MD, VL e CO a fim de manter a padronização.

Nas faces proximais da porção coronária, foi colocado um fio de cera azul (Polidental, São Paulo, SP, Brasil) em forma semicircular com 4 mm de raio aproximadamente, a fim de possibilitar a apreensão dos corpos-de-prova na Máquina Universal de Ensaio durante os testes de tração (Figura 9).



**Figura 9.** Escultura da porção coronária.

As amostras foram enviadas ao laboratório de prótese, onde foram incluídas em anéis de silicone, com revestimento fosfatado Termocast (Polidental Ind.Com.Ltda, São Paulo, SP, Brasil) e fundidos em liga de níquel-cromo (Goldent L.A., São Paulo, SP, Brasil). Em seguida, foi realizado o jateamento dos retentores com óxido de alumínio.

Depois de fundidos e jateados, os retentores foram testados nos canais radiculares, tendo 8 mm de dimensão intrarradicular (pino) para o canal distal, 4 mm para os canais mesiais, segmentos extrarradiculares (núcleos) nas dimensões citadas e um semicírculo de 4 mm de raio.

Todos os pinos apresentam forma cilíndrica em toda extensão intrarradicular. Os retentores foram aferidos com paquímetro digital e provados em seus respectivos preparos protéticos para verificar a fidelidade das fundições e a necessidade de repetição da técnica (Figura 10).



**Figura 10.** Corpos-de-prova após a fundição.

Em seguida, os retentores intrarradiculares foram fixados utilizando-se cimento de fosfato de zinco (LS, Vivadent, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), proporcionado e manipulado pela técnica incremental de acordo com as recomendações do fabricante.

Em uma placa de vidro grossa, foram colocadas 4 gotas de líquido e 1 medida de pó, respeitando-se a proporção 1,4g:0,5ml. O pó foi dividido ao meio, as metades também divididas ao meio e por fim  $\frac{1}{4}$  do pó dividido em duas porções até se obter 6 partes. Com uma espátula nº 24 foi incorporada a menor parte do pó ao líquido durante 30 segundos, usando-se a maior área possível da placa. Os demais incrementos foram adicionados lentamente, com tempo médio total de espatulação de 2 minutos.

O cimento manipulado foi, então, levado ao espaço protético por meio da broca lentulo (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Suíça). Os pinos foram também envoltos com o cimento e inseridos no espaço radicular, efetuando-se movimentos de vai-vem para auxiliar o escoamento e seu completo assentamento. O núcleo foi mantido sob pressão digital por 1 minuto e os excessos removidos com explorador.

A cimentação, em todos os espécimes, foi realizada em sistema de rodízio, cimentando-se, sucessivamente, um dente de cada grupo, a fim de minimizar eventuais falhas.

Todos os corpos-de-prova foram armazenados em umidade relativa de 100% à temperatura 37°C durante 48 horas.

### ***3.3.3 Aplicação do ultrassom***

Após 48 horas, realizou-se uma fenda com uma broca Transmetal cilíndrica de 19 mm número 12 FG (Dentsply – Maillefer, Ballaigucs, Suíça) em alta rotação, no sentido ocluso-cervical em 2/3 (4 mm) da altura do núcleo nos grupos II e IV (Figura 11). Os corpos-de-prova foram fixados em morsa e a vibração ultrassônica foi aplicada nos grupos III e IV com o aparelho de ultrassom ENAC, modelo OE-5 (Osada Electric Co., Ltd., Tokyo, Japão), sob vibração máxima e refrigeração, por meio da ponta para remoção de núcleo ST-09 (Figura 12).



**Figura 11.** Realização de uma fenda em 2/3 da altura do núcleo nos grupos II e IV.



**Figura 12.** Unidade de ultrassom ENAC modelo OE-5.

A vibração ultrassônica foi realizada durante 1 minuto nos grupos III e IV da seguinte forma: aplicação contínua em cada face do núcleo (15 segundos) no grupo III e no grupo IV nas faces vestibular e lingual (15 segundos) e dentro da fenda (30 segundos) (Figura 13).



**Figura 13.** Aplicação da vibração ultrassônica.

### ***3.3.4 Teste de tração***

Após a vibração ultrassônica, os corpos-de-prova foram submetidos ao teste de tração na Máquina Universal de Ensaio EMIC DL-2000 (EMIC Equipamentos e Sistemas de Ensaio LTDA, São José dos Pinhais - PR, Brasil) (Figura 14).



**Figura 14.** Máquina Universal de Ensaio EMIC.

Os corpos-de-prova foram posicionados, individualmente, em dispositivo para fixação na base da Máquina Universal de Ensaio, com finalidade de minimizar as forças laterais, mantendo a tração no longo eixo da raiz. Uma força de tração crescente foi aplicada no núcleo, com velocidade de subida de 1 mm/minuto, até o retentor se desprender totalmente da raiz (Figura 17). Os resultados das forças máximas de tração, obtidas em Newton, foram registrados e submetidos à análise estatística.



**Figura 15.** Teste de tração na Máquina Universal de Ensaio EMIC.

### 3.4 Análise estatística

Os valores obtidos foram submetidos a testes estatísticos preliminares, com o auxílio do programa *GraphPad InStat* (GraphPad Software, La Jolla, California, Estados Unidos), para a verificação da aderência à curva normal. Como a amostra testada apresentou distribuição normal, foi aplicada a análise de variância para verificar a existência de diferença estatística entre os grupos testados. E o teste Tukey-Kramer foi utilizado para esclarecer quais grupos eram diferentes entre si. O nível de significância adotado para os testes foi de 5%.

## 4 RESULTADOS

O modelo matemático do presente estudo é composto por dois fatores de variação. O primeiro é a aplicação da vibração ultrassônica e o segundo é a fenda em 2/3 da altura do núcleo. Cada Grupo apresenta 10 repetições, totalizando 40 valores numéricos correspondentes à força de tração (Newton) necessária para remoção dos retentores intrarradiculares, que foram obtidos a partir do teste de tração em uma Máquina de Ensaio Universal (Tabela I).

<b>Grupo I – Controle sem fenda</b>	<b>Grupo II – Controle com fenda</b>	<b>Grupo III – Vibração ultrassônica sem fenda</b>	<b>Grupo IV – Vibração ultrassônica com fenda</b>
233,720	164,851	146,118	77,725
186,172	196,424	115,293	78,134
204,769	179,088	108,992	105,314
214,544	183,073	149,626	68,154
274,218	237,637	128,815	75,613
270,028	252,147	171,969	62,772
228,918	178,134	171,288	94,448
221,561	186,990	135,014	96,151
200,103	197,412	160,321	87,807
308,312	240,975	108,311	86,240
<b>x=234,234±38,424</b>	<b>x=201,673±30,574</b>	<b>x=139,574±24,194</b>	<b>x=83,235±13,210</b>

**Tabela I.** Valores originais em Newton da força de tração necessária para remoção dos retentores intrarradiculares.

Os dados foram submetidos a testes estatísticos preliminares realizados pelo programa *GraphPad InStat* (GraphPad Software, La Jolla, California, Estados Unidos), para verificação da normalidade (Tabela II).

<b>Grupos</b>	<b>KS</b>	<b>P valor</b>	<b>Passou no teste de normalidade?</b>
Controle sem fenda	0,2053	>0,10	Sim
Controle com fenda	0,2554	0,0635	Sim
Vibração ultrassônica sem fenda	0,1422	>0.10	Sim
Vibração ultrassônica com fenda	0,1503	>0.10	Sim

**Tabela II.** Teste de normalidade.

A análise dos resultados obtidos no teste preliminar indica que os dados são provenientes de uma distribuição normal, o que conduziu para a realização da análise estatística paramétrica.

O teste paramétrico aplicado foi o da análise da variância, pelo fato de se tratar de um teste que permite a comparação de múltiplos dados independentes (Tabela III).

<b>Fonte de Variação</b>	<b>Soma de Quadr.</b>	<b>G.L</b>	<b>Quadr. Médios</b>	<b>(F)</b>
Entre colunas	134698	3	44899	56,637
Resíduo	28539	36	792,76	
Variação Total	163237	39		

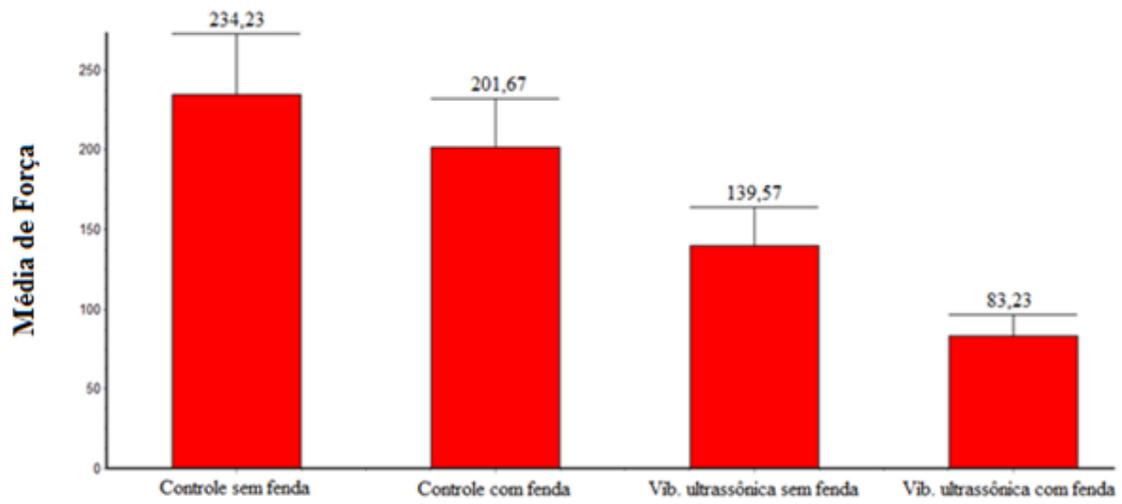
**Tabela III.** Análise de variância.

A análise de variância acusou diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) entre os grupos testados. Com o objetivo de esclarecer quais grupos eram diferentes entre si, como demonstrado na análise de variância, aplicou-se o teste de Comparação Múltipla de Tukey-Kramer (Tabela IV).

<b>Comparações</b>	<b>Diferença entre as médias</b>	<b>q</b>	<b>P valor</b>
Controle sem fenda x Controle com fenda	32,561	3,657	ns P>0,05
Controle sem fenda x Vib. ultrassônica sem fenda	10,632	10,632	*** P<0,001
Controle sem fenda x Vib. ultrassônica com fenda	16,959	16,959	*** P<0,001
Controle com fenda x Vib. ultrassônica sem fenda	6,974	6,974	*** P<0,001
Controle com fenda x Vib. ultrassônica com fenda	13,302	13,302	*** P<0,001
Vib. ultrassônica sem fenda x Vib. ultrassônica com fenda	6,328	6,328	*** P<0,001

**Tabela IV.** Teste de Comparação Múltipla de Tukey.

O teste de Tukey apontou diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre as médias da força de tração necessária para remoção de retentores intrarradiculares nos grupos testados, sendo que a menor média da força de tração (83,23 N) foi obtida quando se aplicou a vibração ultrassônica sobre o núcleo com fenda (Grupo IV) e a maior média (234,23 N) obtida pelo grupo controle sem fenda (Grupo I). No entanto, quando se compararam as médias dos grupos controles (Controle sem fenda x Controle com fenda) não houve diferença estatística significativa (Gráfico I).



**Gráfico I.** Representação gráfica das médias da força de tração (Newton) necessária para remoção dos retentores intrarradiculares.

## 5 DISCUSSÃO

A utilização de retentores intrarradiculares está indicada em casos de dentes tratados endodonticamente com pouco remanescente coronário, sendo sua remoção recomendada nos casos em que há necessidade de retratamento endodôntico ou retenção inadequada do retentor (ALFREDO et al., 2004; SOARES et al., 2009; BRAGA et al., 2012).

Para avaliar a remoção de retentores intrarradiculares com uso de vibração ultrassônica, a literatura mostra que a metodologia preconizada envolve estudos in vitro em corpos-de-prova submetidos ao teste de tração na Máquina Universal de Ensaio para registrar a força máxima necessária para a remoção desses retentores intrarradiculares (GOMES et al., 2001; DIXON et al., 2002; HAUMEN, CHANDLER e PURTON, 2003; ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2004; SILVA et al., 2004; BRAGA et al., 2005; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012).

A vibração do dispositivo de ultrassom orienta a sua ação para o agente cimentante do pino a parede radicular, causando micro-fraturas do cimento e, conseqüentemente, desalojando o pino intrarradicular (YOSHIDA et al., 1997; GARRIDO et al., 2004; SILVA et al., 2004; BRITO-JÚNIOR et al., 2009; GARRIDO et al., 2009; SOARES et al., 2009).

Existem fatores que podem influenciar na eficiência do ultrassom, como o tipo de agente cimentante e o tipo de aparelho. O agente cimentante utilizado no presente trabalho foi o cimento de fosfato de zinco, o mais afetado pela vibração ultrassônica depois do ionômero de vidro, sendo o cimento resinoso o agente mais resistente ao uso do ultrassom (GOMES et al., 2001; BRITO-JÚNIOR et al., 2009; SOARES et al., 2009; DASTIGURDI et al., 2013).

Quanto ao tipo de aparelho utilizado no neste estudo foi o piezoelétrico (converte energia elétrica em mecânica), por apresentar melhor eficiência quando comparado ao

magnetoestrutivo (converte energia magnética em mecânica) (DIXON et al., 2002; BRITO-JÚNIOR et al., 2009; DASTIGURDI et al., 2013).

Neste trabalho, a vibração ultrassônica foi aplicada de forma contínua por 1 minuto na região cervical do núcleo, aproximando a ação do ultrassom sobre o agente cimentante e consequentemente obtendo resultados satisfatórios quanto a carga necessária para o deslocamento dos retentores intrarradiculares (GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012).

Alguns estudos sobre o aumento de temperatura da superfície radicular causado pela remoção de retentores intrarradiculares com ultrassom têm mostrado que as temperaturas prejudiciais ao periodonto são facilmente alcançadas em menos de 1 minuto de vibração ultrassônica sem refrigeração e que o uso de refrigeração com água reduz significativamente o calor produzido durante o uso do ultrassom (BUDD, GEKELMAN E WHITE, 2005; DOMINICI et al., 2005; ETTRICH et al., 2007; HORAN et al., 2008; DAVIS et al., 2010; LIPSKI, DEBICK E DROZDZIK, 2010). Portanto, no presente estudo aplicou-se a vibração ultrassônica com refrigeração de água durante 1 minuto.

No presente estudo, foi utilizado apenas um dispositivo de ultrassom que mostrou resultados significativos quanto a redução da força necessária para a remoção de retentores intrarradiculares, diferente dos trabalhos de Yoshida et al. (1997) e Braga et al. (2005) os quais relataram que o uso de duas pontas ultrassônicas simultâneas é mais eficiente do que uma única ponta. Com isso, a vantagem do protocolo preconizado pelo presente trabalho é a necessidade de apenas um dispositivo de ultrassom, o que torna a técnica mais prática e com menor custo.

Outros fatores também podem influenciar na dificuldade encontrada durante a remoção de retentores intrarradiculares, como o comprimento e/ou diâmetro dos retentores (ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2009; DASTIGURDI et al., 2013). Por isso, no

presente estudo as características dos retentores intrarradiculares como o comprimento e o diâmetro foram padronizadas.

A redução do diâmetro e altura do núcleo aumenta significativamente a eficiência da vibração ultrassônica durante a remoção de retentores intrarradiculares devido a diminuição da massa metálica, proporcionando uma melhor propagação da ação do ultrassom sobre o retentor (ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2009).

No presente estudo, foi realizada uma fenda em dois terços do núcleo com o objetivo de diminuir a massa metálica do núcleo e aproximar a ponta do ultrassom da região cervical, concentrando a vibração ultrassônica na interface pino/cimento/raiz e aumentando a eficiência ultrassônica no deslocamento do retentor (ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012).

Diante da escassez de pesquisas em dentes multirradiculares, o presente estudo avaliou protocolos de remoção de retentores intrarradiculares em molares com o uso da vibração ultrassônica. Os resultados obtidos na presente pesquisa mostraram diferença estatística significativa entre os grupos testados. A única comparação em que não houve diferença estatística foi entre os grupos controle, nos quais apresentaram maiores valores da força de tração necessária para remoção dos retentores intrarradiculares.

Já em relação aos grupos em que foi aplicada vibração ultrassônica, a força de tração necessária para o deslocamento dos retentores intrarradiculares foi menor, devido à ação do ultrassom provocar micro-fraturas no agente de cimentação, concordando com os estudos de Yoshida et al. (1997), Garrido et al. (2004), Silva et al. (2004), Brito-Júnior et al. (2009), Garrido et al. (2009), Soares et al. (2009) e Braga et al. (2012).

O grupo testado que mostrou maior redução da força necessária para remoção de retentores intrarradiculares foi o que se realizou uma fenda em dois terços do núcleo e

vibração ultrassônica, apresentando diferença estatística significativa quando comparado aos outros grupos. Provavelmente, este fato se deve a fenda diminuir a massa metálica do núcleo e aproximar a vibração ultrassônica da região cervical, aumentando a eficiência do dispositivo de ultrassom para o desalojamento do retentor intrarradicular (ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012).

A importância da fenda realizada no núcleo está na segurança durante a remoção de retentores intrarradiculares, pois evita a perfuração da câmara pulpar durante a tentativa de dividir por completo o núcleo com a broca transmetal. Além disso, a realização apenas de uma fenda diminui o tempo operatório, tornando o procedimento mais confortável para o paciente.

Diante do exposto, os resultados apresentados pelo presente estudo confirmam que a realização de uma fenda no núcleo bem como a aplicação de vibração ultrassônica em todas as faces e dentro da fenda são recursos técnicos importantes para aumentar a eficiência do ultrassom na remoção de retentores intrarradiculares fixados com cimento fosfato de zinco em dentes multirradiculares. Mais estudos devem ser realizados com o objetivo de avaliar a influência desse protocolo na remoção de retentores intrarradiculares de diferentes ligas metálicas e diferentes agentes de cimentação, visando aprimorar a técnica de remoção em dentes multirradiculares com eficiência e segurança.

## **6 CONCLUSÃO**

A partir da metodologia empregada e dos resultados obtidos na presente pesquisa, concluiu-se que a realização de uma fenda em  $2/3$  da altura do núcleo e a aplicação ultrassônica em todas as faces e dentro da fenda promoveu a redução da força necessária para a remoção de retentores metálicos fixados com fosfato de zinco em dentes multirradiculares.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, PV. Incidence of root fractures and methods used for post removal. *International Endodontic Journal*, v. 35, p. 63–67, 2002.

ADARSHA M, LATA D. Influence of ultrasound, with and without water spray cooling, on removal of posts cemented with resin or glass ionomer cements: An in-vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*. v. 13, n.3, p. 119, 2010.

ALFREDO, E et al.. In vitro evaluation of the effect of core diameter for removing radicular posts with ultrasound. *J. Oral. Rehabil.*, v. 31, n. 6, p. 590-594, 2004.

ALFREDO, E et al.. Effect of Eugenol-Based Endodontic Cement on the Adhesion of Intraradicular Posts. *Braz Dent J*, v.2, n. 17, p. 130-133, 2006.

ALTSHUL, JH et al.. Comparison of Dentinal Crack Incidence and of Post Removal Time Resulting from Post Removal by Ultrasonic or Mechanical Force. *Journal of Endodontics* vol. 23, n. 11, novembro 1997.

BERGERON, BE et al.. Effect of Ultrasonic Vibration and Various Sealer and Cement Combinations on Titanium Post Removal. *Journal of endodontics* vol. 27, n. 1, January 2001.

BRAGA, NMA et al.. Efficacy of ultrasound in removal of intraradicular posts using different techniques. *J. Oral. Sci.*, v. 47, n. 3, p. 117-121, 2005.

BRAGA, NMA et al.. Comparison of Different Ultrasonic Vibration Modes for Post Removal. *Braz Dent J.*, v. 23, n. 01, p. 49-53, 2012.

BRITO-JÚNIOR, M et al.. Comparison of the time required for removal of intraradicular cast posts using two Brazilian ultrasound devices. *Braz Oral Res.*, v. 23, n. 1, p. 17-22, 2009.

BUDD, J.C., GEKELMAN, D., WHITE, J.M. Temperature rise of the post and on the root surface during ultrasonic post removal. *Int Endod J.*, v. 38, n. 10, p. 705-711, 2005.

CAMPOS, G. M. GMC Versão 8.1. Ribeirão Preto: Laboratório de Pesquisa em Endodontia, 2001. Disponível em <<http://www.forp.usp.br/restauradora/gmc>>.

CAMPOS, T.N. et al.. Evaluation of the apical seal after intraradicular retainer removal with ultrasound or carbide bur. *Braz Oral Res*, v. 21, n. 3, p. 253-258, 2007.

CASTRISOS, T; ABBOTT, PV. A survey of methods used for post removal in specialist endodontic practice. *International Endodontic Journal*, 35, 172–180, 2002.

DASTGURDI ME et al.. Effect of Post Length and Type of Luting Agent on the Dislodging Time of Metallic Prefabricated Posts by Using Ultrasonic Vibration. *JOE*, v. 39, n. 11, novembro 2013.

DAVIS, S, et al.. Analysis of Temperature Rise and the Use of Coolants in the Dissipation of Ultrasonic Heat Buildup During Post Removal. *J Endod.*, v. 36, n. 11, p. 1892-1896, 2010.

DIAS, LLL et al. Effect of eugenol-based endodontic sealer on the adhesion of intraradicular posts cemented after different periods. *J Appl Oral Sci.*, v.6, n. 17, p. 579-83, 2009.

DIXON, E.B. et al.. Comparison of Two Ultrasonic Instruments for Post Removal. *J. Endod.*, v. 28, n. 2, p. 111-115, 2002.

DOMINICI, J.T. et al.. Analysis of Heat Generation Using Ultrasonic Vibration for Post Removal. *J. Endod.*, v. 31, n. 4, p. 301-303, 2005.

ETTRICH, C.A. et al.. An Investigation of the Heat Induced during Ultrasonic Post Removal. *J. Endod.*, v. 33, n. 10, p. 1222-1226, 2007.

FEIZ, A. et al.. The influence of ultrasound on removal of prefabricated metal post cemented with different resin cements. *Dent Res J (Isfahan)*, v. 6, n. 10, p. 760–763, 2013.

GARRIDO, A.D.B. et al.. Influence of ultrasound, with and without water spray cooling, on removal of posts cemented with resin or zinc phosphate cements. *J. Endod.*, v. 30, n. 3, p. 173-176, 2004.

GARRIDO, A.D.B. et al.. Evaluation of several protocols for the application of ultrasound during the removal of cast intraradicular posts cemented with zinc phosphate cement. *Int Endod J.*, v. 42, p. 609-613, 2009.

GOMES, A.P. et al.. The influence of ultrasound on the retention of cast posts cemented with different agents. *Int Endod J.*, v. 34, n. 2, p. 93-99, 2001.

HAUMAN, C.H.; CHANDLER, N.P.; PURTON, D.G. Factors influencing the removal of posts. *Int Endod J.*, v. 36, n. 10, p. 687-690, 2003.

HORAN, B.B. et al.. Effect of Dentin Thickness on Root Surface Temperature of Teeth Undergoing Ultrasonic Removal of Posts. *J. Endod.*, v. 34, n. 4, p. 453-455, 2008.

HUTTULA, A.S. et al.. The Effect of Ultrasonic Post Instrumentation on Root Surface Temperature. JOE, v. 32, n. 11, 2006.

JOHNSON W.T., LEARY J.M., BOYER D.B.. Effect of Ultrasonic Vibration on Post Removal in Extracted Human Premolar Teeth. Journal of Endodontics vol 22, n 9, 1996.

LIPSKI, M.; DEBICKI, M.; DROZDZIK, A. Effect of different water flows on root surface temperature during ultrasonic removal of posts. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, v. 110, p. 395-400, 2010.

SILVA, M.R. et al.. Evaluation of intracanal post removal using ultrasound. Braz Dent J., v. 15, p. 119-126, 2004.

SOARES, J.A. et al.. Influence of luting agents on time required for cast post removal by ultrasound: an in vitro study. J Appl Oral Sci., v. 17, p. 145-149, 2009.

YOSHIDA, T. et al.. An experimental study of the removal of cemented dowel-retained cast cores by ultrasonic vibration. J. Endod., v. 23, n. 4, p. 239-241, 1997.

## ANEXO



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE APLICAÇÃO DE ULTRASSOM PARA REMOÇÃO DE RETENTORES INTRARRADICULARES FUNDIDOS FIXADOS COM CIMENTO DE FOSFATO DE ZINCO EM DENTES MULTIRRADICULARES

**Pesquisador:** Samir Noronha de Souza

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 07580112.9.0000.5020

**Instituição Proponente:** Universidade Federal do Amazonas - UFAM

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 186.972

**Data da Relatoria:** 16/01/2013

**Apresentação do Projeto:**

Há uma escassez de estudos sobre técnicas de remoção de pinos metálicos em dentes multirradiculares na Endodontia. Este trabalho visa avaliar protocolos de preparo do núcleo para remoção de retentores em molares aplicando a vibração ultrassônica. Quarenta primeiros molares inferiores serão tratados endodonticamente para receber retentores intrarradiculares fundidos, sendo distribuídos em 4 grupos: GI realização de uma fenda em 1/3 do núcleo no sentido vestibulo-lingual e sem aplicação ultrassônica; GII realização de uma fenda em 2/3 do núcleo no sentido vestibulolingual e sem aplicação ultrassônica; GIII realização de uma fenda em 1/3 do núcleo no sentido vestibulo lingual e aplicação ultrassônica; GIV - realização de uma fenda em 2/3 do núcleo no sentido vestibulo lingual e aplicação ultrassônica. Após a cimentação dos retentores com cimento de fosfato de zinco, a vibração ultrassônica será realizada nos grupos III e IV durante 1 minuto, sendo 30 segundos em cada face.

Endereço: Rua Teresina, 4950  
 Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3305-5130 Fax: (92)3305-5130 E-mail: cep@ufam.edu.br



**Objetivo da Pesquisa:**

Avaliar protocolos de remoção por meio do ultrassom, de retentores intraradiculares fundidos fixados com cimento de fosfato de zinco em dentes multiradiculares.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Considerando que serão utilizados dentes humanos extraídos, doados pelo Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, e estes possivelmente seriam descartados como lixo biológico, esta pesquisa não apresenta risco físico ou intelectual aos seus objetos.

**Benefícios:**

Os resultados da pesquisa poderão contribuir para a criação de um protocolo de remoção de retentores intraradiculares em molares de forma mais segura, eficiente, rápida e confortável ao paciente.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Serão selecionados quarenta primeiros molares inferiores humanos que serão seccionados transversalmente na sua porção cervical de modo que o comprimento das raízes fique padronizado em 13 mm. As raízes serão tratadas endodonticamente por meio da técnica do Sistema Rotatório de Ni-Ti ProTaper Universal (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), obtendo-se o diâmetro cirúrgico correspondente à. Nos casos de dentes tratados endodonticamente com extensa destruição coronária é necessário a utilização de retentores intraradiculares para fornecer retenção adequada para as restaurações ou coroas protéticas.

Pinos e núcleos metálicos têm sido utilizados com alta taxa de sucesso por vários anos, principalmente quando os dentes restaurados são pilares de próteses fixas ou removíveis (SOARES et al., 2009; BRAGA et al., 2012). Segundo BRAGA et al. (2012) um diagnóstico correto, observando a estrutura dental remanescente, a anatomia radicular e a qualidade da obturação do sistema de canais radiculares são essenciais para o sucesso das restaurações mantidas com retentores intraradiculares. Quando sinais, sintomas e imagens radiográficas sugerem um tratamento endodôntico mal sucedido, além do comprimento e/ou diâmetro do retentor intraradicular e o selamento apical estarem insatisfatórios, as opções são limitadas ao retratamento endodôntico ou apicectomia, com um bom prognóstico quando corretamente indicada (ALFREDO et al., 2004; SOARES et al., 2009). Sendo uma forma conservadora e eficiente para tratar lesões periapicais, o retratamento endodôntico deve ser realizado através de limpeza, modelagem, desinfecção e preenchimento do sistema de canais radiculares (BRITOJÚNIOR

et al., 2009). Nessas circunstâncias, a presença do retentor intraradicular representa um grande

Endereço: Rua Teresina, 4950  
 Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3305-5130 Fax: (92)3305-5130 E-mail: cep@ufam.edu.br



obstáculo ao retratamento endodôntico, sendo necessária sua remoção sem haver desgaste excessivo da dentina circundante devido ao risco de perfuração de raiz (GARRIDO et al., 2004; BRITO-JÚNIOR et al., 2007). Uma variedade de técnicas e instrumentos para a remoção de retentores intrarradiculares têm sido sugeridos e incluem a utilização de métodos de tração, técnicas de desgaste e o emprego do ultrassom. Embora os métodos por tração e desgaste sejam de aplicação clínica viável, podem acarretar fratura radicular durante a apreensão e remoção do pino, excessivo desgaste da dentina ao redor do retentor e risco de perfuração lateral da raiz (ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2004; BRITO-JÚNIOR et al., 2007; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012). A vibração ultrassônica tem sido o método mais eficiente e seguro, pois contribui para remoção de retentores intrarradiculares de modo mais conservador para o remanescente radicular. (YOSHIDA et al., 1997; GARRIDO et al., 2004; SILVA et al., 2004; BRITO-JÚNIOR et al., 2009; GARRIDO et al., 2009; BRAGA et al., 2012). A vibração do dispositivo de ultrassom orienta a sua ação para o agente de cimentação que fixa o pino a parede radicular, causando micro-fraturas e, conseqüentemente, desalojando o pino intrarradicular (YOSHIDA et al., 1997; GARRIDO et al., 2004; SILVA et al., 2004; BRITO-JÚNIOR et al., 2007; BRITO-JÚNIOR et al., 2009; GARRIDO et al., 2009; SOARES et al., 2009). A vibração ultrassônica, sem um protocolo de utilização, não é capaz de possibilitar a remoção do retentor com segurança, eficiência e rapidez. Portanto, alguns protocolos clínicos para remoção de retentores em dentes unirradiculares com ultrassom têm sido preconizados com o objetivo de facilitar o procedimento, reduzindo o tempo operatório e minimizando os riscos de acidentes durante a remoção (YOSHIDA et al., 1997; ALFREDO et al., 2004; GARRIDO et al., 2004; BRAGA et al., 2005; BRITO-JÚNIOR et al., 2007; GARRIDO et al., 2009), verificaram que a redução no diâmetro e altura do núcleo e aplicação de ultrassom de modo alternado possibilitou uma remoção mais eficiente de retentores intrarradiculares cimentados com fosfato de zinco em dentes unirradiculares. Muitos estudos de remoção de retentores intrarradiculares têm sido realizados somente em dentes unirradiculares,

Endereço: Rua Teresina, 4950  
 Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3305-5130 Fax: (92)3305-5130 E-mail: cep@ufam.edu.br



existindo uma escassez de trabalhos sobre técnicas para remoção de pinos metálicos em dentes multirradiculares. Baseado no exposto, torna-se importante o estudo de protocolos de remoção de retentores fundidos utilizando ultrassom em dentes multirradiculares.

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

Folha de rosto: adequada.

TCLE: solicita dispensa.

Termo de Anuência: apresentado

**Recomendações:**

Não há recomendações a fazer.

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

O presente protocolo recebeu parecer pela pendência nas análises anteriores. Nessa nova submissão o pesquisador atendeu a todas as pendências, de modo que o protocolo não apresenta restrições ético-metodológicas.

**Situação do Parecer:**

**Aprovado**

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

**Considerações Finais a critério do CEP:**

MANAUS, 18 de Janeiro de 2013

Assinador por:

Pedro Rodolfo Fernandes da Silva  
(Coordenador)

Endereço: Rua Teresina, 4950  
 Bairro: Adrianópolis CEP: 69.057-070  
 UF: AM Município: MANAUS  
 Telefone: (92)3305-5130 Fax: (92)3305-5130 E-mail: cep@ufam.edu.br