



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO NA ÁREA DE ENDODONTIA



BIANCA DE OLIVEIRA PONCIONI

**ENDOX: APARELHO DE ELETROFULGURAÇÃO
REVISÃO DE LITERATURA**

Piracicaba - SP

2014

BIANCA DE OLIVEIRA PONCIONI

**ENDOX: APARELHO DE ELETROFULGURAÇÃO
REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Endodontia.

Orientadora: Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo A. Gomes

Piracicaba - SP

2014

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

P773e Poncioni, Bianca de Oliveira, 1988-
ENDOX: aparelho de eletrofulguração. Revisão de
literatura / Bianca de Oliveira Poncioni. -- Piracicaba,
SP: [s.n.], 2014.

Orientador: Brenda Paula Figueiredo de Almeida
Gomes

Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Endodontia. 2. Microorganismos. I. Gomes,
Brenda Paula Figueiredo de Almeida. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de
Piracicaba. III. Título.

Agradecimentos

Aos meus pais, pela força e cuidado.

Aos meus amigos, pela generosidade e paciência.

Aos mestres:

À minha orientadora Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes pelo apoio, ensinamentos e orientação.

Aos professores da Endodontia, Profa. Dra. Adriana de Jesus Soares; Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, Profa. Dra Brenda P F A Gomes; Prof. Dr. Caio Cezar Randi Ferraz; Prof Dr Francisco José de Souza-Filho, Prof. Dr. José Flávio Affonso de Almeida.

Ao Marlos Ribeiro e à Cimara Barroso pelo apoio na execução da monografia.

Ao professor Laudimar Oliveira, pelo incentivo e confiança.

À Dra. Ana Paula Marques Attié, pela amizade e companheirismo.

À Renata Cardoso, Andrea Cardoso e Douglas Goulart, pelo carinho e acolhimento.

Ao mestre Luiz Felipe de Araújo, pelos nobres ensinamentos.

“Conheça todas as teorias, domine todas as técnicas, mas ao tocar uma alma humana, seja apenas outra alma humana.”

(Carl G. Jung)

Sumário

Resumo.....	6
Abstract	7
1. Introdução.....	8
2. Desenvolvimento	11
2.1. Eliminação bacteriana	11
2.2. Vaporização pulpar e eliminação de debris.....	14
2.3. Difusão térmica	15
2.4. Funcionamento do aparelho Endox® e Endox Plus	16
2.4.1. Protocolo de utilização (Fabricante)	21
2.5. Relatos de casos clínicos	21
3. Conclusão.....	24
Referências	25

RESUMO

O tratamento endodôntico ainda encontra dificuldades para seu total sucesso, devido à permanência bacteriana no canal radicular e às complexas anatomias dos elementos dentais. Atualmente, está sendo muito discutido na literatura o uso de meios eletrônicos para contornar essas dificuldades, e um deles é a utilização de eletrofulguração por meio da geração de pulsos eletromagnéticos resultantes de uma corrente alternada de alta frequência. O aparelho Endox® *Endodontic System* e o Endox Plus System (versão atualizada da primeira) têm sido citados positivamente por suas boas atuações no canal radicular, promovendo vaporização do complexo pulpar, redução bacteriana, remoção de debris e *smear layer*, sem prejudicar o periodonto. Os dispositivos são compostos por dois eletrodos, sendo um introduzido no canal e outro segurado pelo paciente, e possuem também a função de localizador apical. São contraindicados para portadores de marca-passo e usuários de lentes de contato. Esta monografia teve como propósito realizar uma revisão de literatura a respeito desses dois aparelhos a fim de avaliar a efetividade de ambos. Concluiu-se que a descontaminação promovida por eles é inferior a do hipoclorito de sódio ou da clorexidina, e que seu uso deve ser associado ao preparo químico-mecânico dos condutos radiculares.

Palavras-chave: endodontia, microrganismos

ABSTRACT

The endodontic treatment still finds difficulty in getting a full success rate due to the presence of the remaining bacteria in the root canal and to the complexity of the dental element. At the present date, its being arguing in the literature the use of electronics ways to bypass these difficulties. One of them is the use of eletrofulguration by the creation of eletromagnetics pulses as a result of a hight frequency alternating current of electricity. The Endox Endodontic System and the Endox Plus System (a new version of the first one), have being well mentioned due to the positive performance in the root canal, promoting vaporization of the pulp tissues, reducing bacteria, debris and smear layer, without injuring the periodontal ligament. The devices are made of two electrodes, one inserted in the root canal and the other one held by the patient, and it has also an apex locator function. They are not indicated for patients who have pacemaker and for those who make use of contact lens. This monograph aimed to do a literature review about these two endodontic gadgets in order to evaluate their effectiveness. It was concluded that the decontamination promoted by them is less effective than sodium hypochlorite or chlorhexidine, and that their use must be associated with the chemo-mechanical preparation of the root canal.

Keywords: Endodontics, Microorganisms

1. INTRODUÇÃO

A Endodontia é uma antiga especialidade que busca desde seu início a desinfecção do sistema de canais radiculares, a obturação compacta do mesmo, o condicionamento do meio para a reparação tecidual e o reestabelecimento da função do dente (Lopes & Siqueira, 2004). Para isso, um amplo conhecimento a respeito da anatomia interna dos dentes se faz de extrema importância, evitando assim possíveis perfurações que podem levar à perda do elemento (Lopes & Siqueira, 2004). Além disso, muitos microrganismos estão envolvidos em uma infecção endodôntica, é necessário saber quais as espécies mais envolvidas e como controlá-las.

Para intervir em um dente com necessidades endodônticas há três fases bem determinadas: cirúrgica, química e a terapêutica (Feller, 2006). A cirúrgica consiste em acessar o sistema de canais e instrumentá-lo. Sabe-se que há a necessidade de um preparo químico-mecânico, por isso a fase química é estritamente importante. Ela consiste em utilizar substâncias químicas auxiliares e irrigadoras para remover debris, aumentar a permeabilidade dos túbulos dentinários e atuar contra os microrganismos. Já a terapêutica é utilizada através da administração de medicamentos que auxiliam no controle de infecções que não são primariamente eliminadas com o preparo químico-mecânico (Feller, 2006). Nos últimos tempos, mais uma fase tem sido alvo de estudos, a física, que utiliza meios eletrônicos para desinfecção dos condutos radiculares, como os lasers, a eletrofulguração, a oxigenoargentoterapia e outros dispositivos (Feller, 2006).

Um aparelho de eletrofulguração que vem sendo estudado é o Endox® *Endodontic System* (Lysis Srl, Milano, Itália) (Haffner *et al.*, 1999; Feller, 2006). Consiste em um aparelho eletrônico digital dotado de um eletrodo ativo, o qual é composto por uma sonda que deve ser introduzida no canal radicular, e um eletrodo neutro, sendo esse um bastão de metal que deve ser segurado por uma das mãos do paciente. O circuito é ativado por um pedal, fazendo com que um pulso eletromagnético seja gerado, com uma corrente alternada de alta intensidade e uma alta frequência (600 kHz) por um décimo de segundo (Lendini *et al.*, 2005). Possui conjuntamente a função de localizador apical, a qual evita a emissão de pulsos fora

do conduto radicular, protegendo assim a zona periapical. Há também uma nova versão desse aparelho, o Endox Plus System (Anfratron Technologies GmbH, Wasserburg, Alemanha) (Cassanelli *et al.*, 2008; Aranda-Garcia *et al.*, 2012), o qual possui uma maior frequência (de 312,5 kHz para 315,0 kHz) e uma maior potência (de 110 W/140 msec para 180 W/120 msec), com o objetivo de melhorar sua performance (Aranda-Garcia *et al.*, 2012).

A geração de um campo eletromagnético no canal radicular resulta em três consequências simultâneas: elevação da temperatura local (entre 300 e 500°C); aumento do percentual de ozônio (O₃); e produção de raios ultravioleta (Lendini *et al.*, 2005). Esse aumento na temperatura local gera o que chamamos de eletrofulguração ou eletrocoagulação, através da qual um tecido vivo sofre ablação (destruição). Com isso, todo o complexo pulpar vaporiza, o que ajuda na eliminação de restos pulparem em canais laterais, acessórios e deltas apicais (Haffner *et al.*, 1999). Além dessa vantagem, os estudos também mostram que o pulso eletromagnético é capaz de eliminar debris e *smear layer* de dentro dos túbulos dentinários, deixando-os lisos e com boa permeabilidade (Haffner *et al.*, 1999; Chaparro *et al.*, 2001; Lendini *et al.*, 2005). Em relação ao aumento de temperatura na área periapical, a literatura tem mostrado que é um aumento sem danos ao periodonto, pois o cimento e a dentina promovem um isolamento que restringe o calor ao interior do canal radicular, o que torna o aparelho Endox® seguro (Haffner *et al.*, 1999; Chaparro *et al.*, 2001; Feller, 2006). Quanto ao aumento do percentual de ozônio e à produção de raios UV, nenhum estudo até o momento tem verificado tais resultantes do Endox®.

Outro ponto positivo relatado por alguns autores é a redução no tempo clínico em um tratamento endodôntico com o uso do Endox®, o qual também tem gerado, em certos estudos, quedas nos insucessos endodônticos, devido a reduções bacterianas intrarradiculares de 99,98% (Haffner *et al.*, 1999). Esse alto percentual bactericida pode ser associado à produção de microporos nas membranas celulares das bactérias por meio da corrente alternada de alta frequência, alterando seu controle osmótico e permitindo a entrada de substâncias ou medicações antimicrobianas (Cassanelli *et al.*, 2008). Porém, há também estudos que afirmam

que a ação do Endox® é inferior ao NaOCl e à Clorexidina (Virtej *et al.*, 2007; Karale *et al.*, 2011; Aranda-Garcia *et al.*, 2012).

O Endox®, entretanto, necessita de alguns cuidados previamente ao uso, pois é contraindicado para pacientes portadores de marca-passo e usuários de lentes de contato, por exemplo, segundo seu manual de instruções.

Com o exposto acima, pode-se verificar que essa nova tecnologia endodôntica é interessante e promissora, por isso, o presente estudo propõe uma revisão de literatura a respeito do tema.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. ELIMINAÇÃO BACTERIANA

A descontaminação do conduto radicular é de extrema importância para o sucesso endodôntico, mas de altíssima dificuldade para o endodontista. Várias técnicas, substâncias e antimicrobianos já foram lançados no mercado para promover desequilíbrio das comunidades microbiológicas, mas ainda não obtemos a esterilização do sistema de canais.

A literatura relata a imensa dificuldade em desorganizar os microrganismos intrarradiculares. As bactérias Gram positivas são mais susceptíveis aos antibióticos e ao tratamento químico; já as bactérias Gram negativas são menos resistentes à desinfecção física do que à química, como os métodos com ultrassom, fotocatalíticos, campos de pulsos elétricos, entre outros (Markx & Davey, 1999; Denyer & Maillard, 2002; Rincón & Pulgarin, 2005; Barnes & Greenebaum, 2007; Garcia *et al.*, 2007; Drakopoulou *et al.*, 2009; Foster *et al.*, 2011; Racyte *et al.*, 2013).

Haffner *et al.* (1999) foram um dos primeiros autores a estudar o aparelho Endox® *Endodontic System* e sua ação antimicrobiana. Os autores dividiram em dois grupos 30 dentes unirradiculares recém-extraídos. Os dois grupos tiveram suas coroas removidas, seus condutos ampliados até ISO 40, seus ápices selados e foram esterilizados em autoclave. Logo após, o grupo 1 recebeu *E. coli* e o grupo 2 *S. aureus*, sendo que 5 dentes de cada grupo foram separados randomicamente para controle. Em todos os dentes, o Endox® *Endodontic System* foi aplicado, sendo a lavagem realizada com soro fisiológico. O resultado da coleta mostrou redução bacteriana de aproximadamente 99,98%.

Virtej *et al.* (2007) realizaram um estudo visando a atuação do Endox® *Endodontic System* comparado ao MTAD (doxiciclina 3%, ácido cítrico 4,25% e detergente Tween 80), ao NaOCl 3% e ao HealOzone. Um total de 70 dentes unirradiculares humanos extraídos tiveram suas coroas e ligamentos periodontais removidos, passaram por pulpectomia e instrumentação (aquém do forame) até (ISO) #50, foram irrigados com EDTA 15% e então esterilizados em autoclave. 14 dispositivos foram montados, cada um com 5 dentes, e carregados por um

voluntário, em sua região oral, por uma semana cada dispositivo. Ao término de cada semana, uma coleta microbiológica foi feita dos dentes do dispositivo usado naquela semana. Os 70 dentes foram removidos dos dispositivos e divididos em 5 grupos, cada um com 14 dentes. O grupo 1 foi tratado com Endox® *Endodontic System*, sendo aplicados 2 pulsos em cada terço (cervical, médio e apical); o grupo 2 com MTAD; o grupo 3 com NaOCl 3%; o grupo 4 com HealOzone; e o grupo 5 foi o controle. Após novas coletas microbiológicas, puderam observar que o efeito bactericida foi maior no NaOCl 3%, MTAD e HealOzone, sendo que entre esses três o resultado foi bem semelhante. O efeito bactericida mais inferior foi o do Endox® *Endodontic System*. E após 1 e 2 semanas, todos os grupos tiveram acréscimo na contagem de bactérias.

Cassanelli *et al.* (2008) pesquisaram a respeito do efeito bioquímico nas membranas plasmáticas submetidas a uma corrente alternada de alta frequência. A metodologia incluiu Gram + (*E. faecalis* e *S. aureus*), Gram - (*E. coli* e *P. aeruginosa*), esporos de *B. subtilis* e micetos (*C. parapsilosis*). As suspensões com microrganismos foram submetidas à ação de antibióticos isoladamente; à ação de antibióticos juntamente com o Endox® *Endodontic System*; e à ação do Endox® *Endodontic System* isoladamente. Em todos os grupos, o melhor resultado, com menor número de bactérias sobreviventes, foi a associação do antibiótico com o aparelho Endox®. E também foi observado que a corrente alternada de alta frequência provoca microporos na membrana plasmática das bactérias, alterando seu controle osmótico, facilitando a entrada dos antibióticos na célula, promovendo transferências de plasmídeos entre as bactérias e atrasando o crescimento dos microrganismos sobreviventes. Os autores concluem que o aparelho de corrente alternada de alta frequência potencializa o efeito dos antibióticos sem causar resistência bacteriana; porém o Endox® não é capaz de promover esterilização.

Mammani *et al.* (2010) escolheram testar o Endox® *Endodontic System* contra o *E. faecalis*, já que essa bactéria é uma das mais encontradas em insucessos endodônticos, devido a sua alta resistência ao hidróxido de cálcio, sua alta penetrabilidade nos túbulos dentinários, sua alta sobrevivência em meios inóspitos e também a facilidade e frequência em ser isolada em laboratório. O estudo consistiu em selecionar 250 dentes humanos unirradiculares extraídos e

detectar entre eles quais possuíam *E. faecalis*. Dos 250, apenas 18 possuíam a tal espécie. Os 18 dentes foram alargados até #15 – 35 e submetidos ao Endox® *Endodontic System*, com 1 a 2 pulsos, sem especificar o terço radicular. Como resultado, apenas em 10 dentes o Endox® foi efetivo e eliminou os *E. faecalis*, sendo que nos outros 8 dentes, os *E. faecalis* sobreviveram. Concluíram que o Endox® é razoavelmente efetivo para *E. faecalis*, com sucesso de apenas 55,6%, e que deve ser utilizado juntamente com a terapia clássica.

Karale *et al.* (2011) avaliaram a eficácia antibacteriana do NaOCl 3%, do Endox® *Endodontic System* e da Clorexidina 2% contra o *E. faecalis*. 80 dentes unirradiculares foram instrumentados (um milímetro além do forame até #50), esterilizados e inoculados com *E. faecalis*. Após a inoculação, foram divididos em 4 grupos, com 20 dentes cada. O grupo A foi irrigado com NaOCl 3% (2 mL), sendo agitado por uma lima #30 e permanecendo 5 minutos no canal; o grupo B foi submetido à aplicação do Endox® (1 pulso no terço cervical; 1 pulso no terço médio; 2 pulsos no terço apical) e à irrigação com soro fisiológico; o grupo C foi irrigado com solução de clorexidina 2% (2 mL), da mesma maneira que o grupo A (agitando com uma lima #30 e permanecendo no canal durante 5 minutos); e o grupo D foi o grupo controle, o qual recebeu irrigação de soro fisiológico (2 mL). Após as intervenções nos grupos, uma coleta microbiológica foi realizada. O resultado mostrou que o grupo A, do NaOCl, obteve 100% de redução do *E. faecalis* após 24 e 48h, sendo o melhor resultado dentre os grupos. Em segundo lugar, o grupo C, da clorexidina, obteve 95% de redução do *E. faecalis* após 24 e 28h. Já o Endox® obteve redução de 70% após 24h e 55% após 48h, demonstrando um resultado antibacteriano bem inferior. E o grupo controle, do soro fisiológico, como se esperava teve 0% de redução do *E. faecalis*.

Aranda-Garcia *et al.* (2012) compararam a nova versão do Endox® *Endodontic System*, o Endox Plus System, ao NaOCl 2,5% com MTAD e ao NaOCl 2,5% com EDTA contra *E. faecalis*. 70 dentes humanos unirradiculares foram instrumentados (1 mm aquém do forame até uma lima K-file #35), lavados com EDTA 17% por 3 minutos e inoculados com *E. faecalis*. 5 grupos foram definidos: grupo 1 (15 dentes) submetido ao Endox Plus (1 pulso em cada terço cervical, médio e apical) com irrigação de soro fisiológico; grupo 2 (15 dentes) submetido ao NaOCl

2,5% com finalização de MTAD (2 mL); grupo 3 (15 dentes) submetido ao NaOCl 2,5% com finalização de EDTA (2 mL por 3 minutos em agitação); grupo 4 (15 dentes) foi o grupo controle positivo, com irrigação de 2 mL de soro fisiológico; e o grupo 5 (10 dentes) foi o grupo controle negativo, o qual não foi irrigado. Com exceção do grupo controle negativo (grupo 5), todos os grupos foram previamente instrumentados até uma lima K-file #45 a 1 mm aquém do ápice. Os grupos 2 e 3 obtiveram os melhores resultados, com redução bacteriana total após instrumentação e irrigação. Já o grupo 1, do Endox Plus, obteve uma redução similar à do grupo controle positivo, provavelmente devido à instrumentação prévia. Porém, após 7 dias, todos os grupos apresentaram crescimento bacteriano similar.

2.2. VAPORIZAÇÃO PULPAR E ELIMINAÇÃO DE DEBRIS

Outra questão muito importante na Endodontia é a remoção de todo o resto pulpar, para que o tecido orgânico residual não sirva de substrato para as bactérias. Porém, sua remoção é complicada, devido à anatomia complexa de alguns elementos, os quais podem possuir ístmos, deltas apicais, canais laterais e acessórios, entre outros. Com essa problemática, os cientistas têm tentado outras técnicas de remoção pulpar, e uma delas é a eletrofulguração com corrente alternada de alta frequência.

Haffner *et al.* (1999), através de fotografias realizadas por um microscópio eletrônico analítico, avaliaram o interior das raízes de 20 dentes tratados com Endox® *Endodontic System* (coroas removidas e pulpectomia prévia). Os autores observaram que a polpa desapareceu no local onde foi realizado o impulso elétrico, recomendando, portanto, 1 pulso em cada terço radicular (cervical, médio e apical). O forame é um local que não recebe impulso elétrico diretamente, por isso, restos pulpares foram encontrados nessa região, o que faz recomendar associação da eletrofulguração com a instrumentação mecânica ou manual. Além dessa vaporização pulpar, também foi observado a ausência quase total de debris e *smear layer* nas paredes no canal, as quais estavam lisas.

Lendini *et al.* (2005) realizaram um estudo para observar qual o efeito do Endox® *Endodontic System* no tecido orgânico presente nos canais radiculares. 75

dentes humanos (caninos e pré-molares unirradiculares), com indicação de exodontia, foram divididos em: grupo controle (15 dentes), os quais foram instrumentados e irrigados com EDTA 10% e 5 mL de NaOCl 5%; grupo 1 (30 dentes), que não passou por instrumentação, apenas pela terapia com o Endox®; e grupo 2 (30 dentes), que recebeu instrumentação (Hero Shaper até calibre #40 no forame) e também a terapia com o Endox®. Toda a terapia citada fora realizada nos dentes antes da extração. E os grupos 1 e 2 foram divididos em mais dois subgrupos cada: grupo A (15 dentes) que recebeu 2 pulsos de Endox®; e grupo B (15 dentes) que recebeu 4 pulsos. Ainda assim, o subgrupo A foi mais uma vez dividido em: subgrupo A1 (1 pulso no terço apical); e subgrupo A2 (1 pulso no terço médio). E o subgrupo B em: subgrupo B1 (2 pulsos no terço apical); e subgrupo B2 (2 pulsos no terço médio). O estudo observou que o grupo com 4 pulsos de Endox® e instrumentação teve melhor resultado que os outros grupos, mas se assemelhou ao grupo controle, no quesito redução de debris, *smear layer* e tecido pulpar. Portanto, o autores concluíram que o Endox® deve ser utilizado aliado à instrumentação e à desinfecção tradicionais e com a aplicação de 4 pulsos (2 no terço apical e 2 no terço médio).

2.3. DIFUSÃO TÉRMICA

Quando há a utilização de aparelhos que elevam intensamente a temperatura, há uma grande preocupação com os tecidos adjacentes, como o periodonto, pois é um tecido que não pode sofrer danos irreversíveis, pois comprometeria toda a estrutura do dente.

Eriksson *et al.* (1982) relataram que um aquecimento acima de 53°C na tíbia de um coelho causaria danos ósseos irreversíveis. Devido a esse estudo, qualquer técnica que libere calor não deve ultrapassar 50°C no osso.

Haffner *et al.* (1999) realizaram um estudo com o aparelho Endox® Endodontic System para avaliar o aumento de temperatura durante o seu uso. 20 dentes unirradiculares humanos extraídos recentemente tiveram suas coroas e polpas removidas e foram submetidos ao uso do aparelho de eletrofulguração por 0,1 segundo. Todo o procedimento foi filmado e acompanhado por uma câmera

capaz de captar raios infravermelhos. O vídeo foi analisado pausadamente e verificou-se o aumento da temperatura nas devidas etapas da intervenção através de uma escala cromática. Os autores puderam observar que ao longo de toda a raiz o maior aumento observado foi de 19 ± 4 °C. E a fase de retorno à temperatura inicial durou apenas 40 ± 6 segundos.

Feller (2006) realizou um estudo para avaliar a difusão térmica na dentina e no cimento radicular durante a aplicação da eletrofulguração pelo aparelho Endox® Endodontic System nos canais radiculares. O estudo teve como amostra 40 caninos inferiores e superiores humanos não atresiadados e sem tratamento endodôntico prévio. As coroas foram removidas, e os dentes separados pela anatomia do ápice, arredondado ou afilado. Quanto às especificações do aparelho, duas intensidades de frequência foram utilizadas: 600 kHz (Padrão); e 720 kHz (Padrão + 20%), sendo essa última indicada para casos de necrose e infecção. Então, 4 grupos foram formados: Grupo I, 10 dentes com ápices arredondados e submetidos à frequência padrão; Grupo II, 10 dentes com ápices arredondados e submetidos à frequência padrão + 20%; Grupo III, 10 dentes com ápices afilados e submetidos à frequência padrão; Grupo IV, 10 dentes com ápices afilados e submetidos à frequência padrão +20%. A aplicação do pulso eletromagnético foi realizado no ápice (2 pulsos) e nos 3 terços radiculares: cervical (1 pulso), médio (1 pulso) e apical (1 pulso). Sendo todos esses verificados por um termômetro digital acoplado externamente à raiz de cada dente. O resultado mostrou que raízes afiladas têm um maior aumento na temperatura comparado às arredondadas, porém é um aumento de apenas 1°C de diferença. Além disso, mostrou que os terços têm aumento gradual, sendo o ápice a área com maior aumento na temperatura. Não se observou diferença entre as frequências (600 e 720 kHz). E a maior temperatura observada foi de 38°C no ápice de uma raiz afilada, dentro do limite proposto por Eriksson *et al.* (1982) e Feller (2006). A autora então concluiu que o aparelho Endox® Endodontic System não causa danos periodontais, por isso pode continuar sendo utilizado.

2.4. FUNCIONAMENTO DO APARELHO ENDOX® E ENDOX PLUS

O Endox® Endodontic System (Lysis Srl, Milano, Itália) consiste em um aparelho eletrônico de emissão de ondas eletromagnéticas com corrente alternada de alta intensidade e de alta frequência (600 kHz) por um décimo de segundo (Lendini *et al.*, 2005) (Figura 1). Segundo o manual do aparelho, a frequência de trabalho e a potência de saída são, respectivamente, 312,5 kHz e 110 W por 140 msec (com resistência de carga de 1000). Sendo que a versão atualizada do dispositivo se chama Endox Plus System (Anfratron Technologies GmbH, Wasserburg, Alemanha) e possui 315,0 kHz e 180 W por 120 msec (Cassanelli *et al.*, 2008; Aranda-Garcia *et al.*, 2012). Os disparos ocorrem devido à resistência elétrica do canal ser entre 6000 e 8000 Ω enquanto que a do corpo humano é de 600000 Ω (Lendini *et al.*, 2005). Ambos possuem dois eletrodos que podem ser autoclavados. O eletrodo ativo (sonda fina de diferentes calibres) deve ser introduzido no canal radicular e o eletrodo neutro (barra de metal) deve ser segurado pelo paciente (Figura 2 e 3). As sondas do eletrodo ativo podem ser de três tipos e tamanhos: preta (30 mm de comprimento e 0,20 mm de diâmetro), indicada para caninos; vermelha (24 mm de comprimento e 0,15 mm de diâmetro), indicada para todos os tipos de dentes; verde (24 mm de comprimento e 0,15 mm de diâmetro), isolada com teflon, exceto no 1 mm apical (Feller, 2006), a qual possui uma mensuração mais confiável na eletrometria (Ounsi & Haddad, 1998; Haffner *et al.*, 1999), pois é feita apenas para medição apical em casos de necrose (Heridia, 2003). Ao pressionar o pedal, primeiramente o aparelho entrará no modo eletrometria e ao pressionar novamente passará para o modo de eletrofulguração. O manual indica não permitir contato da sonda com metais, saliva, cárie muito extensa e trincas que podem provocar falsas medições, além de evitar uso de hipoclorito de sódio ou qualquer solução ionizada, devendo o canal estar seco e limpo.



Figura 1 – Display do Aparelho Endox® Endodontic System.

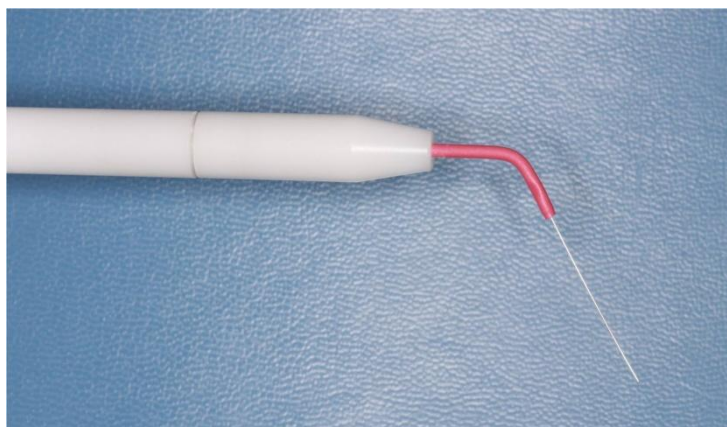


Figura 2 – Eletrodo ativo (sonda vermelha)

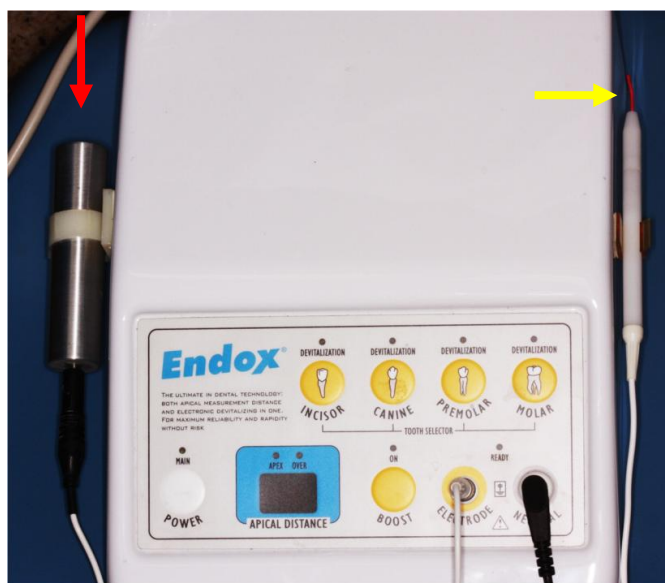


Figura 3 – Eletrodo ativo (seta amarela) e eletrodo neutro (seta vermelha).

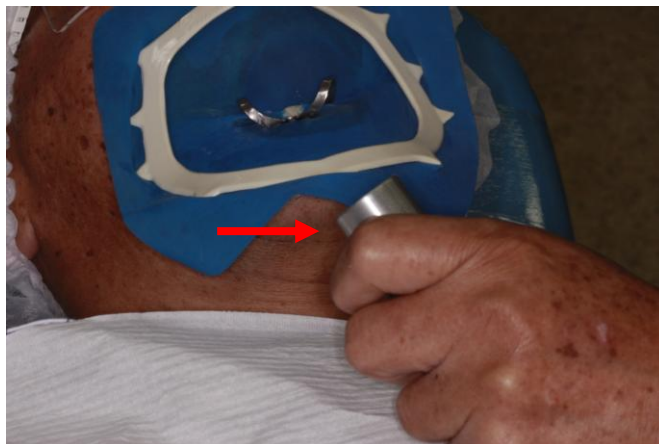


Figura 4 – Eletrodo neutro na mão do paciente (seta vermelha).

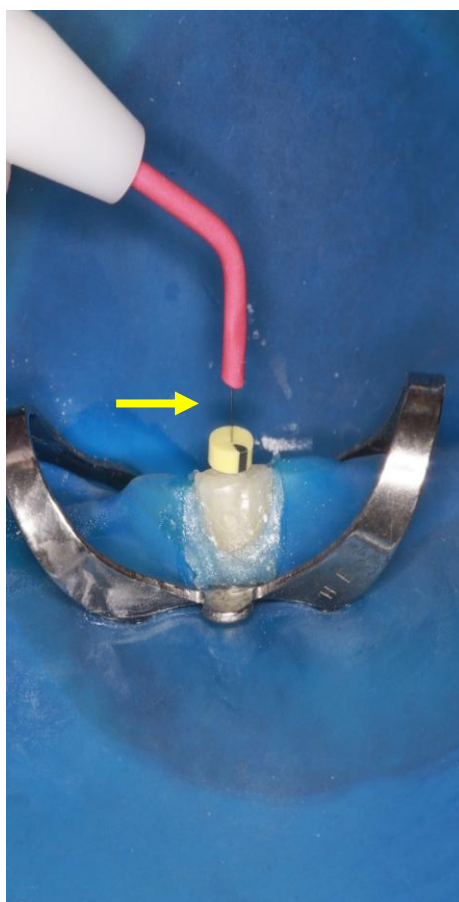


Figura 5 – Eletrodo ativo inserido no canal radicular (seta amarela).

Todo esse cuidado deve ser tomado, pois o aparelho Endox® possui também a função de localizador apical, para agilizar o tratamento e também para evitar que o pulso eletromagnético seja emitido fora do conduto radicular (Lendini, 2005), sendo

classificado como um localizador de terceira geração (Ounsi & Haddad, 1998; Haffner *et al.*, 1999). Segundo o manual de instruções do fabricante, o localizador funciona da seguinte maneira: som contínuo significa que a ponta da sonda do eletrodo ativo encontra-se no marco zero, ou seja, 1 mm aquém do forame radicular, sendo este ponto o limite para a descarga eletromagnética; som intermitente significa que a ponta da sonda está exatamente no ápice radicular, oferecendo assim a medição do elemento dental.

Haffner *et al.* (2005) verificaram a precisão de mensuração de quatro localizadores apicais: Root ZX, Morita, Tóquio, Japão; Endy, Loser, Leverkusen, Alemanha; Justy II, Hager-Werken, Duisburg, Alemanha; Endox Lysis, Milão, Itália. O estudo foi composto por 40 dentes humanos com indicação de exodontia, sem determinação do tipo de elemento dental, os quais foram medidos *in vivo*, ou seja, antes da extração. Toda a metodologia foi realizada por um único operador. As etapas consistiram em: anestesia, acesso aos canais radiculares, irrigação com peróxido de hidrogênio, para evitar ionização do meio; secagem dos condutos; eletrometria com os quatro aparelhos, sendo que cada um foi testado duas vezes, e o ponto de referência foi o mesmo para todos, utilizando uma lima K-file #15; extração; secção longitudinal do elemento; exame microscópico utilizando novamente uma lima K-file #15 inserida no canal até o ápice com o ponto de referência marcado para realizar a medição visual. O estudo observou que a precisão foi maior no Justy II (45%: mensuração exatamente no ápice; 80%: margem de erro dentro de 0,5mm), depois no Root ZX (45%: mensuração exatamente no ápice; 78%: margem de erro dentro de 0,5mm), seguido pelo Endy (18%: mensuração exatamente no ápice; 67%: margem de erro dentro de 0,5mm) e por último o Endox® (20%: mensuração exatamente no ápice; 31%: margem de erro dentro de 0,5mm). Os autores também afirmaram que o aparelho Endox® apresentou muitas dificuldades para a leitura, sendo possível apenas após inúmeras secagens, e que por isso, necessita vaporização pulpar prévia à mensuração apical. Além disso, eles comentaram também que a leitura adequada pode ser prejudicada por pouca bateria do aparelho, baixa corrente, eletrodos indevidamente posicionados, conduto muito molhado ou líquido em contato com o grampo, canal com muita inflamação, ligamento periodontal lesado e presença de lesão periapical.

Com isso, eles recomendam radiografia de diagnóstico, eletrometria com um dos localizadores e radiografia da prova do cone para conferência da medição.

Seu manual recomenda não utilizá-lo em: pacientes portadores de marca-passo; usuários de lentes de contato, pois algumas possuem carbono na composição, o qual pode provocar aderência ao olho após o pulso elétrico; operados de catarata, pois possuem lentes internas; e portadores de válvulas cardíacas metálicas. Os demais aparelhos que são sensíveis a ondas eletromagnéticas devem ficar afastados durante a terapia com o Endox®, pois podem provocar interferências, como aparelho celular e aparelhos auditivos. É necessário, porém, observar atentamente todas as instalações do aparelho, se estão corretas e se o fio terra está perfeitamente posicionado, para evitar alta descarga elétrica no paciente. E é expressamente proibido, segundo o manual de utilização, ter contato com materiais inflamáveis durante o uso do Endox®.

2.4.1. Protocolo de utilização (Fabricante)

O manual do fabricante sugere o seguinte protocolo de utilização do aparelho Endox® *Endodontic System*: (dentes vitais) anestesia, acesso, isolamento absoluto, pulpotomia, hemostasia com peróxido de hidrogênio, secagem da entrada dos condutos, pulso cervical, pulso médio, eletrometria, 1 a 2 pulsos apicais, lavagem com soro e peróxido de hidrogênio, instrumentação e nova lavagem, pulso apical e obturação; (dentes com sintomatologia, retratamentos, abscessos, granulomas, fístulas) remoção de material obturador, lavagem com soro e peróxido de hidrogênio, secagem da entrada dos condutos, 2 a 3 pulsos médios, medicação e curativo por 6 a 7 dias, repetição das etapas anteriores por 1, 2 ou até 3 vezes, obturação, medicação antibiótica a escolha do operador.

2.5. RELATOS DE CASOS CLÍNICOS

Heredia *et al.* (2001) realizaram 310 tratamentos endodônticos utilizando o sistema Endox® *Endodontic System* em um ano e meio, sendo 248 casos com sintomatologia (33 abscessos) e 62 sem sintomatologia (21 fístulas). Além disso,

realizaram 10 retratamentos endodônticos com o mesmo aparelho, com medicação pré-operatória (antibiótico e anti-inflamatório) uma semana antes. No total, 291 casos foram tratados em sessão única, os demais não, pois foram urgência e não houve tempo clínico para a finalização. Nos exames radiográficos, 57 casos apresentaram lesão periapical; 195 possuíam espessamento do ligamento periodontal; os demais estavam sem anormalidades radiográficas. Os dentes foram anestesiados, isolados, acessados, irrigados com peróxido de hidrogênio, receberam os pulsos do Endox, instrumentados até ISO 30 no forame e obturados. Os casos receberam medicação pós-operatória (antibiótico e anti-inflamatório). O estudo não especifica o protocolo utilizado com o aparelho de eletrofulguração. O resultado mostrou exatidão de 97% dos casos de eletrometria com a radiografia, e também que apenas 25 casos relataram sintomatologia pós-operatória ao ocluir. E 163 pacientes relataram um incômodo (“picada”) durante a aplicação da corrente. Além disso, não houve diferença entre os casos de sessão única e sessão dupla, também não houve complicações, como trincas. Os autores também recomendam um acompanhamento de 5 anos.

Heredia (2003) cita como grandes vantagens do aparelho Endox®: diminuição da instrumentação do canal, evitando deixá-lo friável e passível de trincas e fraturas, além de evitar a fratura de instrumentos dentro dos condutos; redução no tempo clínico, o que difere de outros autores que recomendam o uso do Endox® conjuntamente à terapia básica de desinfecção e instrumentação, sendo uma etapa a mais e não uma etapa que substitui todas as outras; obturação mais compacta, já que os túbulos ficam mais limpos e lisos permitindo melhor a entrada dos cimentos endodônticos; diminuição da dor pós-operatória, pois os canais são menos manipulados, evitando o extravasamento de substâncias irritantes ao periodonto; e outras vantagens citadas em outros estudos.

Valle *et al.* (2005) relataram um caso clínico do uso do Endox® *Endodontic System* em uma criança de 8 anos de idade, a qual apresentou, em uma consulta de rotina, uma fístula no elemento 84. O exame radiográfico mostrou lesão periapical envolvendo a furca e o canal distal. A paciente foi isolada com isolamento absoluto, o campo foi descontaminado com clorexidina 2%, o dente 84 foi acessado, os canais explorados e alargados com lima #15, lavados com soro fisiológico, secados e

receberam o pulso do aparelho Endox® (sonda vermelha), sendo que mais pulsos foram disparados no canal distal. Logo em seguida, foi realizada a obturação com óxido de zinco e eugenol puro. Duas coletas para análise microbiológica foram realizadas antes e depois da aplicação dos pulsos. Após uma semana, já houve sinais de remissão da fístula, e foi realizada restauração. Nova radiografia foi feita após um mês. Os autores puderam observar que houve melhora da lesão periapical, e as coletas bacterianas mostraram boa desinfecção pela corrente alternada de alta frequência, o que fez com que concluíssem que o Endox® é uma boa recomendação para os procedimentos endodônticos em odontopediatria. Vale salientar que o estudo não se referiu à colaboração da criança ao utilizar tal ferramenta, nem tão pouco quais os riscos dessa intervenção no dente permanente, mostrando que mais pesquisas precisam ser feitas para comprovar segurança na utilização desse método em crianças.

Observando todos os trabalhos citados podemos concluir que o sistema ainda é recente e necessita de mais pesquisas para seu melhoramento e comprovação de sucesso, além de acompanhamento dos casos clínicos com mínimo de 5 anos.

3. CONCLUSÃO

Frente à revisão de literatura realizada é lícito concluir que:

- a) O aparelho Endox® *Endodontic System* tem bons resultados em relação à vaporização pulpar e à eliminação de debris e *smear layer* dos túbulos dentinários;
- b) Em relação à desinfecção microbiana dos condutos, ainda é um método que deixa a desejar;
- c) Os aparelhos promovem uma eletrofulguração segura, restrita ao interior dos condutos;
- d) Ainda são pouco eficazes na prática clínica, pois aumentam o tempo de trabalho e não substituem os irrigantes tradicionalmente utilizados.

REFERÊNCIAS

Aranda-Garcia AR, Guerreiro-Tanomaru JM, Faria-Júnior NB, Chavez-Andrade GM, Leonardo RT, Tanomaru-Filho M *et al.* Antibacterial effectiveness of several irrigating solutions and the Endox Plus system – an ex vivo study. ***International Endodontic Journal***. 2012; 45(12): 1091-1096.

Barnes FS, Greenebaum B. ***Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields: Bioengineering and Biophysical Aspects of Electromagnetic Fields***. CRC/Taylor & Francis. 2007; pp: 115-152.

Cassanelli C, Marchese A, Cagnacci S, Debbia EA. Alteration of membrane permeability of bacteria and yeast by high frequency alternating current (HFAC). ***The Open Microbiology Journal***. 2008; 2: 32-37.

Denyer S, Maillard JY. Cellular impermeability and uptake of biocides and antibiotics in Gram-negative bacteria. ***Journal of Applied Microbiology***. 2002; 92 (s1): 355-455.

Drakopoulou S, Terzakis S, Pountoulakis M, Mantzavinos D, Manios T. Ultrasound-induced inactivation of gram-negative and gram-positive bacteria in secondary treated municipal wastewater. ***Ultrasonics Sonochemistry***, 2009; 16(5): 629-634.

Eriksson A, Albrektsson T, Grane B, McQueen D. Thermal injury to bone. ***Int J Oral Surg***. 1982; 11(2): 115-21. Feller C. ***Avaliação da difusão térmica na dentina e cimento radicular quando da utilização do Endox® in vitro*** [tese]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

Feller C. ***Avaliação da difusão térmica na dentina e cimento radicular quando da utilização do Endox® in vitro*** [tese]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2006.

Foster HÁ, Ditta IB, Varguese S, Steele A. Photocatalytic disinfection using titanium dioxide: spectrum and mechanism of antimicrobial activity. ***Applied Microbiology and Biotechnology***. 2011; 90 (6): 1847-1868.

García D, Gómez N, Mañas P, Raso J, Pagán R. Pulsed electric fields cause bacterial envelopes permeabilization depending on the treatment intensity, the treatment médium pH and the microorganism investigated. ***International Journal of Food Microbiology***. 2007; 113(2): 219-227.

Haffner C, Benz C, Hickel R. Das Endox- Endodontiesystem. ***ZWR***. 1999; 108 (11): 670-4.

Haffner C, Folwaczny M, Galler K, Hickel R. Accuracy of electronic apex locators in comparison to actual length-an in vivo study. ***Journal of Dentistry***. 2005; 33: 619-625.

Heridia AC, Castillo CM, Haffner C, Benz C, Hickel R. Sistema Endox: desvitalización y esterilización electrônica. Estudio clínico. ***Avances em Odontoestomatologia***. 2001; 17: 23-29.

Heridia AC. Clinical study with Endox endodontic system. ***Dentistry Magazine***. November - 2003.

Karale R, Thakore A, Shetty VK. An evaluation of antibacterial efficacy of 3% sodium hypochlorite, high-frequency alternating current and 2% chlorhexidine on *Enterococcus faecalis*: An in vitro atudy. ***Journal of Conservative Dentistry***. 2011 14(1): 2-5.

Lendini M, Alemanno E, Migliaretti G, Berutti E. The effect of high-frequency electrical pulses on organic tissue in root canals. ***International Endodontic Journal***. 2005; 38: 531-538.

Lopes HP, Siqueira JF. ***Endodontia Biologia e Técnica***. 2. ed. Editora Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro. 2004.

Mammani IM, Mohammad JM, Saleh ZE. Efficacy of Endox Endodontic system in eradication of *Enterococcus faecalis* from infected pulp in Duhok, Kurdistan, Iraq. ***Rawal Medical Journal***. 2010; 35.

Markx GH, Davey CL. The dielectric properties of biological cells at radiofrequencies: applications in biotechnology. ***Enzyme and Microbial Technology***. 1999; 25(3): 161-171.

Ounsi H, Haddad G. In vitro evaluation of the reliability of the Endox Endodontic Apex Locator. **Journal Endodontic**. 1998; 24: 120-121.

Qin BL, Zhang Q, Barbosa-Canovas GV, Swanson BG, Pedrow PD. Inactivation of microorganisms by pulsed electric fields of different voltage waveforms. **Dielectrics and Electrical Insulation, IEEE Transactions**. 1994; 1(6): 1047-1057.

Racyte J, Bernard S, Paulitsch-Fuchs AH, Yntema DR, Bruning H, Rijnaarts HH. Alternating electric fields combined with activated carbon for disinfection of Gram negative and Gram positive bacteria in fluidized bed electrode system. **Water Research** 47. 2013; 6395-6405.

Rincón AG, Pulgarin C. Use of coaxial photocatalytic reactor (CAPHORE) in the TiO₂ photo-assisted treatment of mixed *E. coli* and *Bacillus sp.* and bacterial community present in wastewater. **Catalysis Today**. 2005; 101 (3): 331-344.

Valle V, Bossù M, Quaranta A, Brugnoletti O, Polimeni A. Um nuovo protocollo terapêutico in endopedodonzia: caso clinico. **Giornale Italiano Di Endodonzia**. 2005; 19(3): 210-213.

Virtej A, Mackenzie CR, Raab WH, Pfeffer K, Barthel CR. Determination of the performance of various root canal disinfection methods after in situ carriage. **Journal of Endodontics**. 2007; 33: 926-929.