

Avaliação comparativa da odontometria eletrônica com a radiográfica

Comparative evaluation of electronic and radiographic odontometry

Evaluación comparativa de odontometría electrónica y radiográfica

Recebido: 27/10/2021 | Revisado: 07/11/2021 | Aceito: 12/11/2021 | Publicado: 21/11/2021

Rosana Maria Coelho Travassos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4148-1288>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: travassos.rosana@gmail.com

Victor Felipe Farias do Prado

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9790-8001>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: victor.prado@upe.br

Ana Caroline Chalegre de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3841-2900>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: caroline.chalegre@upe.br

Ana Roberta Negromonte da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4067-8815>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: roberta.negromonte@upe.br

Amanda Nascimento Cavalcanti Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6176-3931>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: amanda.ncbezerra@upe.br

Tatianny Carneiro Fonseca

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9458-0709>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: tatianny.cfonseca@upe.br

Douglas Hilderlandson das Neves Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1914-9046>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: douglas.neves@upe.br

Larriane de Sousa Moisés

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6586-5633>
Universidade Federal da Paraíba, Brasil
E-mail: lariannemoises@hotmail.com

Paulo Maurício Reis de Melo Júnior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9926-5348>
Universidade de Pernambuco, Brasil
E-mail: paulo.reis@upe.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficácia do localizador apical eletrônico ROOT ZX diante do método de odontometria radiográfico, com o intuito de verificar se existia diferença entre a odontometria eletrônica e radiográfica com relação à condição pulpar: polpa viva, polpa morta (com ou sem lesão periapical). Foram selecionados 38 canais radiculares dos dentes de pacientes de ambos os sexos, atendidos no curso de Odontologia da Universidade Estadual de Pernambuco. A comparação com as medidas obtidas pelo localizador apical foi realizada, padronizando-se os coeficientes odontométricos considerados corretos, isto é, a 1 mm do forame apical e com uma margem de erro aceitável de $\pm 0,5$ mm. Na avaliação comparativa das medidas reais dos canais radiculares em relação ao localizador apical, observou-se que o ROOT ZX apresentou uma porcentagem de 94,73% de precisão. Baseado no protocolo de atendimento utilizado, pode-se afirmar que o uso do localizador ROOT ZX é um dispositivo altamente confiável e preciso na mensuração do comprimento real de trabalho podendo ser usado com segurança na obtenção do comprimento real do dente.

Palavras-chave: Endodontia; Odontometria; Ápice dentário.

Abstract

This study aimed to evaluate the effectiveness of the ROOT ZX electronic apical locator using the radiographic dentistry method, with the aim of verifying whether there was a difference between electronic and radiographic dentometry in relation to the pulp condition: live pulp, dead pulp (with or without periapical injury). Were selected 38 root canals of the teeth of patients of both sexes, attended in the Dentistry course of the State University of

Pernambuco. The comparison with the measurements obtained by the apical locator was performed, standardizing the dental coefficients considered correct, that is, at 1 mm from the apical foramen and with an acceptable margin of error of ± 0.5 mm. In the comparative evaluation of the real measurements of the root canals in relation to the apical locator, it was observed that the ROOT ZX presented a percentage of 94,73% of accuracy. Based on the service protocol used, it can be said that the use of the ROOT ZX locator is a highly reliable and accurate device in measuring the actual working length and can be safely used to obtain the actual length of the tooth.

Keywords: Endodontics; Odontometry; Dental apex.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la efectividad del localizador apical electrónico ROOT ZX mediante el método de odontometría radiográfica, con el fin de verificar si existía diferencia entre la odontometría electrónica y radiográfica en relación al estado pulpar: pulpa viva, pulpa muerta (con o sin lesión periapical). Se seleccionaron 38 conductos radiculares de los dientes de pacientes de ambos sexos, que asistieron al curso de Odontología de la Universidad Estatal de Pernambuco. Se realizó la comparación con las medidas obtenidas por el localizador apical, estandarizando los coeficientes odontométricos considerados correctos, es decir, a 1 mm del foramen apical y con un margen de error aceptable de $\pm 0,5$ mm. En la evaluación comparativa de las medidas reales de los conductos radiculares en relación al localizador apical, se observó que el ROOT ZX presentó un porcentaje de precisión del 94,73%. Basado en el protocolo de servicio utilizado, se puede afirmar que el uso del localizador ROOT ZX es un dispositivo altamente confiable y preciso para medir la longitud de trabajo real y puede usarse de manera segura para obtener la longitud real del diente.

Palabras clave: Endodoncia; Odontología; Ápice dental.

1. Introdução

O tratamento endodôntico é composto por uma sequência operatória, em que todas as etapas estão interligadas. A correta determinação do comprimento do canal radicular é uma etapa crítica e essencial para estabelecer os limites de trabalho, ou seja, o limite do preparo químico-cirúrgico (PQC) e obturação (Gesi et al., 2014).

O ponto de referência indicado para determinar o comprimento de trabalho, limite ideal para instrumentação e obturação endodôntica, é a porção apical do canal que apresenta maior restrição e pode ser encontrada a 0,5 - 1,0 mm aquém do forame apical principal (Orosco et al., 2012).

A mensuração do dente pode ser obtida por meio de radiografias ou com o uso de LAEs. Além de auxiliar na determinação do comprimento de trabalho, a radiografia também permite obter informações sobre a condição dos tecidos periapicais e sobre a anatomia do canal radicular (Voigt, 2014).

A tomada radiográfica é a técnica mais empregada para se determinar o CT em endodontia, porém seu uso é limitado. Essa limitação deve-se a fatores como variáveis na técnica radiográfica, distorções de imagens, interferências anatômicas causando sobreposição, interpretação de uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional, interpretação subjetiva do operador, além de expor o paciente à constante radiação ionizante. A endodontia vem passando por uma constante evolução tecnológica, utilizando métodos que auxiliam na determinação do CT, fazendo com que essa determinação seja mais rápida e precisa (Guimarães et al., 2014).

O uso dos localizadores foraminais têm sido altamente descritos e demonstrados por diversos autores. Seu uso decorre da necessidade de desenvolver um novo método de odontometria, que supere os desafios da medição convencional, que é baseada na tomada radiográfica (Paiva, 2017).

Inúmeros estudos avaliaram a precisão dos localizadores apicais eletrônicos (LAEs), obtendo índices de acerto de 80 a 100%. Com essa elevada precisão, os LAEs conquistaram seu espaço na terapia endodôntica, apresentando vantagens como a diminuição no número de tomadas radiográficas e ganho de tempo de trabalho (SÓ et al., 2015).

Dentre os LAEs de última geração mais utilizados atualmente, o ROOT ZX (J. Morita Corp., Kioto, Japão) tem se mostrado bastante eficaz (61,5 a 100% de confiabilidade) tanto em estudos realizados in vivo (STOBER et al., 2011; PIASECKI et al., 2016) quanto ex vivo (Mancini et al., 2011; Parekh & Taluja, 2011).

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do localizador apical eletrônico ROOT-ZX, com o intuito

de verificar a concordância entre a odontometria eletrônica e radiográfica com relação à condição pulpar.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo transversal qualitativo descritivo, já que os dentes foram selecionados aleatoriamente, de modo a se obter o total da amostra. Foram avaliados 38 canais radiculares de dentes unirradiculares e multirradiculares de pacientes, de ambos os sexos, atendidos na Clínica de Atenção Básica II e III e o Sepat da – FOP/UPE, com ápice completamente formado, polpa viva ou polpa morta, com ou sem lesão periapical identificada radiograficamente, indicados para tratamento endodôntico

Os pacientes portadores de marcapasso cardíaco foram excluídos da pesquisa, bem como, dentes sem coroa clínica, com indicação de retratamento, com rizogênese incompleta, reabsorções internas ou externas e casos de perfuração radicular. Inicialmente, foi realizado a anamnese e o exame intra-bucal, verificando a presença ou a ausência de cárie, fraturas da estrutura dental, ausência de material selador temporário ou restaurador. Em seguida, o teste de vitalidade foi feito com spray a base de água (Endo Ice - Maquira).

Para o exame radiográfico foi utilizado o filme radiográfico periapical AGFA (Agfa – Gevaert Group) e um aparelho de raio-X SPECTRO II (Dabi atlante - Brasil), com 70 kVp e 10 mA. O processamento radiográfico foi manual em câmara escura portátil pelo método tempo/ temperatura.

A radiografia inicial foi obtida com o auxílio de um posicionador radiográfico tipo JON® (São Paulo, Brasil). Com um compasso de ponta seca foram obtidas e registradas as medidas de comprimento aparente dos dentes (CAD).

Confirmado o diagnóstico clínico e radiográfico do estado da polpa dental, foi realizada a anestesia local, remoção de tecido cariado, bordas cortantes e de restaurações metálicas que poderiam interferir na odontometria eletrônica. Iniciou-se a abertura coronária em alta rotação, utilizando brocas esféricas diamantadas (Dentsply) de tamanho compatível com o tamanho da câmara pulpar, desgaste compensatório e acabamento final com a ponta Endo Z (Dentsply). Também foram realizados o isolamento absoluto e antisepsia do campo operatório. Além disso, foi eleito o ponto de referência da odontometria, evitando-se locais que possuíam esmalte sem suporte de dentina, para que não fosse perdido o ponto de referência durante os procedimentos endodônticos, esse ponto foi anotado na ficha clínica sendo o mesmo utilizado tanto na odontometria radiográfica como na eletrônica.

A exploração do canal e/ou neutralização imediata do conteúdo necrótico foi realizada com limas #10 K-File (Dentsply Maillefer, Suíça), e utilizada à solução de NaOCl a 2,5%. O terço cervical dos canais foi ampliado com brocas Gates Glidden (Dentsply Maillefer, Suíça), compatíveis com os canais radiculares.

Procedeu-se a odontometria eletrônica com o aparelho ROOT ZX (J. MORITA). Para isto, nos casos de instrumentação manual, uma lima K-Flexofile (Dentsply Maillefer, Suíça) de comprimento 25 mm ou 31 mm foi conectada ao porta lima do aparelho. E quando a instrumentação rotatória era realizada, conectou-se a lima #25/05 do sistema ProDesign Logic. O aparelho foi utilizado conforme as instruções do fabricante. A solução irrigadora em excesso, presente no canal radicular, foi removida com o auxílio de pontas de papel absorvente estéreis. A lima então foi introduzida lentamente no canal e, quando atingiu o comprimento adequado, foi emitido um sinal sonoro intermitente e o mostrador do aparelho marcou a posição de 0,5mm. A medição foi repetida e, depois de confirmada, o comprimento da lima foi marcado com o cursor de silicone, o qual foi posicionado perpendicularmente ao bordo de referência do elemento dentário. Feito isto, o instrumento foi retirado do canal radicular e a medida da ponta da lima até o cursor confirmada com o uso de um paquímetro.

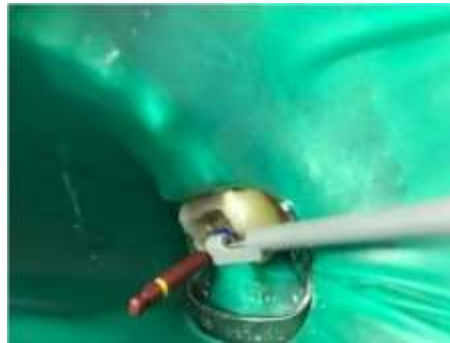
Terminada esta etapa, a odontometria pelo método radiográfico foi realizada. Para isto, a lima foi novamente introduzida nos canais radiculares e então feita a odontometria radiográfica com a mesma medida já obtida no localizador apical. O mesmo plano de referência utilizado no método previamente descrito foi adotado.

Após o processamento radiográfico, foi feita a medição com um compasso de ponta seca, da distância compreendida entre o cursor e o local 1mm aquém do ápice, determinando assim o comprimento real de trabalho radiográfico (CRT-RX).

Realizou-se a análise das radiografias em condições próprias para sua devida interpretação, ou seja, em ambiente com pouca iluminação, com auxílio de uma lupa com aumento de 5X e negatoscópio.

A comparação com as medidas obtidas pelo localizador apical foi realizada padronizando-se os coeficientes odontométricos considerados corretos, isto é, a 1,0mm do forame apical e com uma margem de erro aceitável de $\pm 0,5$ mm. As odontometrias que ficaram fora desta margem aceitável foram consideradas não concordantes.

Figura 1: Alça do ROOT ZX presa à lima que foi introduzida no canal radicular,



Fonte: Autores.

Figura 2: Medição do comprimento real de trabalho com localizador eletrônico ROOT ZX.



Fonte: Autores.

A partir das informações obtidas, foi criado um banco de dados com as variáveis contidas na ficha de coleta de dados. A distribuição de frequências foi utilizada para avaliar as características gerais da amostra, que foi realizado pelo pesquisador durante todo o processo de coleta.

Com base nos dados, as medidas foram dispostas em tabelas de frequências e analisadas quanto ao grau de concordância entre os métodos de odontometria. Realizou-se a estatística descritiva dos percentuais obtidos nos resultados.

Os possíveis riscos que poderiam ocorrer eram fratura de algum instrumento no conduto e obturação além ou aquém do ápice diante da determinação incorreta do CT. Caso houvesse alguma intercorrência, a responsabilidade seria do pesquisador responsável acerca da prestação de serviços odontológicos. Portanto, torna-se prudente que o pesquisador defina critérios para preservar e, principalmente, estabeleça uma periodicidade de retorno e avaliação radiográfica. O procedimento foi realizado no rigor das normas de biossegurança da clínica mediante supervisão do professor responsável. Por se tratar de um estudo envolvendo a utilização de matérias perfuro-cortantes (limas endodônticas), o pesquisador foi sujeito a acidentes, tais como perfurações e fratura da lima que estava sendo utilizada.

A pesquisa contribuiu para comprovar a eficácia do localizador apical na Endodontia, fornecendo uma série de benefícios, tendo como exemplo: a diminuição no tempo de tratamento, garantindo mais conforto e segurança tanto para o cirurgião-dentista quanto para os pacientes; diminuição da exposição de ambos à radiação; maior precisão na medição do CRD; novas tecnologias usadas na área acadêmica, entre outros pontos positivos.

O presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética e logo após sua aprovação, foi gerado o CAAE: 02923412.6.0000.5207 (ANEXO A). De acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, relativa à pesquisa em seres humanos, foi criado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A) coletando todas as informações que foram apresentadas aos participantes sobre a pesquisa.

3. Resultados

De acordo com o presente estudo, os resultados obtidos com o método de odontometria eletrônica e comparados ao controle (radiográfico) dos grupos I, II e III respectivamente, polpa viva, necrose pulpar e necrose pulpar com reação, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado das odontometrias realizadas com o aparelho Root ZX e comparadas ao controle (imagem radiográfica).

Resultados obtidos com oROOT ZX e comparados com o controle	Grupo I	Grupo II	Grupo III	TOTAL
0,5mm além doforame apical	1	1	0	2
0,5mm aquém do forame apical	2	0	1	3
Root ZX = Raio X	19	8	4	31
1,0mm aquém do forame apical	0	0	0	0
1,0mm além do forame apical	1	1	0	2
TOTAL	23	10	5	38

Fonte: Autores.

O aparelho eletrônico Root ZX, em 95,65% dos casos do grupo I, ou seja, nos dentes que apresentavam vitalidade pulpar, houve concordância do comprimento estabelecido quando comparado ao controle (radiografia). Nos dentes que apresentavam polpa mortificada houve uma concordância de 93,33% entre os métodos eletrônico e radiográfico, sendo 90% pertencentes ao grupo II que corresponde a polpa morta sem lesão periapical e 100% ao grupo III condizente a polpa morta com lesão periapical (Tabela 2).

É de fundamental importância informar que nesta avaliação comparativa do percentual de acertos do aparelho diante do método radiográfico, foi considerada aceitável uma margem de erro de $\pm 0,5$ mm do forame apical, sendo os resultados dessa margem também considerados concordante

Tabela 2. Porcentagem de concordância e discordância entre os métodos avaliados para determinação do comprimento real de trabalho nos três grupos.

	Nº de canais	C	%	D	%
GRUPO I	23	22	95,65	1	4,35
GRUPO II	10	9	90,00	1	10,00
GRUPO III	5	5	100	0	0
TOTAL	38	36	94,73	2	5,27

Fonte: Autores.

A presente pesquisa considerou como odontometrias corretas aquelas que se encontravam a 1,0mm do forame apical com margem aceitável de $\pm 0,5$ mm. Assim, observa-se que o aparelho Root ZX teve 94,73% das avaliações coincidentes ou aceitáveis.

4. Discussão

No tratamento endodôntico se faz necessária à exata determinação do limite apical para que a instrumentação e obturação do sistema de canais radiculares sejam realizadas na extensão correta. O método eletrônico tem sido estudado e aprimorado com intuito de acrescentar maior precisão técnica na determinação do comprimento de trabalho (Aydin et al., 2015).

Uma das principais vantagens dos LAEs é a detecção confiável e precisa da constrição apical, o que é praticamente impossível de se determinar radiograficamente, além disso reduz a radiação a qual o paciente é exposto durante as tomadas radiográficas de rotina, em função do menor número de vezes necessária. E ainda há uma diminuição do custo e otimização do tempo de trabalho do profissional (Carneiro et al., 2016; Gurel et al., 2017; Baruah et al., 2018).

Alguns trabalhos encontrados na literatura evidenciaram que a técnica radiográfica apresenta limitações que podem levar ao erro do estabelecimento do limite apical, dentre elas: distorções, interferências anatômicas, impossibilidade de visualização do forame e da constrição apical e sobreposições (Tosun et al., 2008; Guimarães et al., 2014; Bahrololoomi et al., 2015; Mohammadi et al., 2016; Santos, 2017).

Estudos sugerem que o exame radiográfico não deve ser utilizado como recurso definitivo para determinação do comprimento de trabalho (Borin et al., 2016), e sim trabalhar em conjunto com os localizadores foraminais (Hoer, 2004).

Os resultados mostrados acima indicaram que não houve diferença significativa na média de valores obtidos através do uso do LAE Root ZX e do método radiográfico na mensuração do CRD. Esta pesquisa está de acordo com os resultados de outros estudos (Mandlik, et al., 2013; Brunini, et al., 2014; Leal; Gomes, 2019).

Os resultados também evidenciaram dois casos com uma discrepância de 1mm além do forame apical. Isso provavelmente é decorrente do posicionamento do forame que pode estar localizado tanto para vestibular quanto para lingual do dente em questão, não coincidindo assim com o vértice radiográfico. No entanto, nestas situações, onde há a discordância com o método radiográfico, prevalece a medição do localizador apical que é mais precisa e confiável.

Histologicamente, os LAE são mais eficientes (43.9% a 89.1%) comparativamente ao método radiográfico (14.6% a 32,7%). Anatomicamente, os referenciais da zona crítica apical mantêm aparente concordância com as medidas eletrônicas; isto incentiva a valorização desses dispositivos na tomada de decisão de um consistente comprimento de trabalho, em substituição as estimativas radiográficas. Logo, mediante uso de LAE de multi frequência, seria recomendável apenas um

exame radiográfico de controle. Este exame teria a finalidade de retificar as falhas do LAE, e com isso ampliar a eficiência da localização, além da finalidade de documentação odontológica (Fernandes, 2014).

Martins et al. (2014), em uma revisão bibliográfica avaliando a eficiência clínica dos localizadores foraminais eletrônicos, elaboraram sete bancos de dados para encontrar estudos que comparavam os métodos eletrônicos e radiográficos, resultando em 21 estudos selecionados. Concluiu-se com esse estudo que o localizador foraminal reduz a exposição do paciente à radiação e que o método eletrônico tem uma performance superior ao radiográfico na determinação do comprimento de trabalho

Vieyra e Acosta (2011) averiguaram que o LAE Root ZX mostra-se superior ao método radiográfico na determinação do comprimento de trabalho. Corroborando com este achado, os trabalhos de Ravanshad e Anvar (2010) e Razavian et al. (2014).

Na avaliação comparativa das medidas dos dentes, observou-se que o Root ZX teve uma porcentagem de 94,73% de precisão dentro de uma tolerância de 0,5 mm da medida real. Essa constatação é similar ao percentual obtido por Vasconcelos et al. (2013), que foi de 95% na tolerância de $\pm 0,5$ mm. Em outro estudo utilizando o Root ZX, Borges et al. (2016) encontraram uma precisão de 91,6%, o que corrobora com os resultados apresentados nesta pesquisa.

Em estudo proposto por Heidemann et al. (2009) observou-se que o Root ZX teve uma porcentagem de 90% de precisão dentro de uma tolerância de 0,5 mm acima ou abaixo da medida real, semelhante a Bernardes et al. (2007), com 97,5% na tolerância de $\pm 0,5$ mm.

A precisão dos LEFs na determinação do CT após a desobturação dos canais radiculares, ainda não está esclarecida. Sendo assim, os casos que necessitam de retratamento classificados como critério de exclusão nesta pesquisa (EBRAHIM et al., 2007).

É válido salientar também que vários estudos avaliaram a eficiência do ROOT ZX na presença de várias soluções irrigadoras, tais como, lidocaína a 2% com 1:1000.000 de epinefrina, hipoclorito de sódio a 5,25%, peróxido de hidrogênio a 3% (pedidex), Rc prep e EDTA líquido (Jenkins et al., 2001; Kaufman; Keila; Yoshope, 2002 apud Paiva, 2017).

A acurácia dos LAE não é significativamente influenciada pelo gênero, idade, tipo de dente e patologia periapical (Martins et al., 2014). No presente estudo, não foi verificada a influência do estado pulpar na acurácia das medidas eletrônicas.

A condição pulpar vital ou necrótica não causa interferência no êxito dos localizadores assim como reabsorção radicular, diferentes tipos de limas e materiais irrigantes, porém, curvaturas severas e tamanho inadequado de lima causam interferências (Carvalho, 2017).

Em relação à influência da condição do tecido pulpar (com vitalidade ou necrótico) na determinação do comprimento do canal radicular com o localizador foraminal eletrônico, Akisue et al. (2007) verificaram que o dispositivo mostrou-se eficaz independentemente da condição pulpar.

Segundo Oliveira et al. (2015), a vitalidade pulpar e doenças periapicais não foram consideradas como um fator que altere a acurácia dos LFE's. Os elementos dentários utilizados nesta pesquisa mostravam diagnósticos tanto de polpa viva quanto de necrose pulpar, tendo em vista que os estudos têm demonstrado que os dispositivos eletrônicos apresentam precisão independente da condição do tecido pulpar (Renner, et al. 2012; Tsesis, et al. 2015; George, 2016).

Além disso, Tchorz et al. (2014) investigaram se a aplicação pré-clínica de um LAE leva à determinações do comprimento de trabalho mais acuradas e, se os estudantes que tiveram esse treinamento, são beneficiados quando fazem seu primeiro tratamento endodôntico no paciente. Os resultados mostraram que o método mais preciso para determinar o comprimento de trabalho é a combinação de radiografias com o LAE, e que o treinamento prévio aumenta a qualidade técnica da endodontia.

A experiência clínica do uso do localizador apical no âmbito da graduação em Odontologia foi bem relevante, pois trouxe o conhecimento sobre um método tão eficaz quanto a tomada radiográfica. O ROOT ZX diminuiu consideravelmente o tempo do tratamento endodôntico e foi muito preciso na determinação do comprimento real do dente. A utilização de tais aparelhos mostra também a importância da tecnologia na Odontologia, que está ao nosso alcance. Vale ressaltar, que se os acadêmicos do curso pudessem ter o mesmo acesso a esses equipamentos, seria de grande utilidade e contribuiria bastante com sua formação.

4. Conclusão

A partir da metodologia empregada no presente trabalho e diante dos resultados apresentados, pode-se concluir que o localizador ROOT ZX é um dispositivo altamente confiável e preciso na mensuração do comprimento real de trabalho podendo ser usado com segurança na obtenção do comprimento real do dente.

Referências

- Akisie, E., Gavini, G., & de Figueiredo, J. A. P. (2007). Influence of pulp vitality on length determination by using the Elements Diagnostic Unit and Apex Locator. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(4), e129-e132.
- Aydin, U., Karataslioglu, E., Aksoy, F., & Yildirim, C. (2015). In vitro evaluation of Root ZX and Raypex 6 in teeth with different apical diameters. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 18(1), 66.
- Bahrololoomi, Z., Soleymani, A. A., Modaresi, J., Imanian, M., & Lotfian, M. (2015). Accuracy of an electronic apex locator for working length determination in primary anterior teeth. *Journal of dentistry (Tehran, Iran)*, 12(4), 243.
- Baruah, Q., Sinha, N., Singh, B., Reddy, P. N., Baruah, K., & Augustine, V. (2018). Comparative evaluation of accuracy of two electronic apex locators in the presence of contemporary irrigants: An in vitro study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 8(4), 349.
- Bernardes, R. A., Duarte, M. A., Vasconcelos, B. C., Moraes, I. G., Bernardineli, N., Garcia, R. B., ... & Bramante, C. M. (2007). Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, and RomiAPEX D-30. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(4), e91-e94.
- Borges, M. M. B., Guimarães, B. M., Alves, J. D., Sena, G. N., Bernardes, R. A., & Duarte, M. A. H. (2016). Avaliação da precisão de dois localizadores foraminais na determinação do limite apical: estudo in vitro. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 25(74).
- Borin, A. C., Pereira, K. F. S., Verardo, L. B. J., Schweich, L. D. C., Arashiro, F. N., & Tomazinho, L. F. (2016). Distância ápice-forame e sua correlação com o método de odontometria radiográfica. *Revista*, 47(1).
- Brunini, S. H. S., Lima, M. C. D., Schmidt, A. C., Santos, L. R. D., & Bonicontró, C. M. C. (2014). Comparação in vitro da eficiência de dois localizadores apicais eletrônicos. *Dent. press endod*, 15-20.
- Carneiro, J. A., de Carvalho, F. M. A., Marques, A. A. F., Junior, E. C. S., Garcia, L. D. F. R., & Goncalves, L. C. O. (2016). Comparison of working length determination using apex locator and manual method-ex vivo study. *Dentistry and Medical Research*, 4(2), 39.
- Ebrahim, A. K., Wadachi, R., & Suda, H. (2007). In vitro evaluation of the accuracy of five different electronic apex locators for determining the working length of endodontically retreated teeth. *Australian Endodontic Journal*, 33(1), 7-12.
- Fernandes, V. C. S. (2014). Estudo clínico da acurácia da localização eletrônica na constrição apical e respectiva concordância radiográfica.
- George, R. (2016). Precision of multi-frequency electronic apex locators. *Evidence-based dentistry*, 17(3), 86-87.
- Gesi, A., Mareschi, P., Doldo, T., & Ferrari, M. (2014). Apical dimension of root canal clinically assessed with and without periapical lesions. *International journal of dentistry*, 2014.
- Guimarães, B. M., Marciano, M. A., Amoroso-Silva, P. A., Alcalde, M. P., Bramante, C. M., & Duarte, M. A. H. (2014). O uso dos localizadores foraminais na endodontia: revisão de literatura. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 23(64).
- Heidemann, R., Vailati, F., Teixeira, C. S., Oliveira, C. A. P., & Junior, B. P. (2009). Análise comparativa ex vivo da eficiência na odontometria de três localizadores apicais eletrônicos: Root ZX, Bingo 1020 e Ipex. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 6(1), 7-12.
- Hoer, D., & Attin, T. (2004). The accuracy of electronic working length determination. *International endodontic journal*, 37(2), 125-131.

- Mancini, M., Felici, R., Conte, G., Costantini, M., & Cianconi, L. (2011). Accuracy of three electronic apex locators in anterior and posterior teeth: an ex vivo study. *Journal of endodontics*, 37(5), 684-687.
- Mandlik, J., Shah, N., Pawar, K., Gupta, P., Singh, S., & Shaik, S. A. (2013). An in vivo evaluation of different methods of working length determination. *The journal of contemporary dental practice*, 14(4), 644.
- Martins, J. N., Marques, D., Mata, A., & Caramês, J. (2014). Clinical efficacy of electronic apex locators: systematic review. *Journal of endodontics*, 40(6), 759-777.
- Mohammadi, Z., Asgary, S., Shalavi, S., & Abbott, P. V. (2016). A clinical update on the different methods to decrease the occurrence of missed root canals. *Iranian endodontic journal*, 11(3), 208.
- De Oliveira, V. A. M. Eficácia dos localizadores foraminais eletrônicos na endodontia.
- Orosco, F. A., Bernardineli, N., Garcia, R. B., Bramante, C. M., Duarte, M. A. H., & Moraes, I. G. D. (2012). In vivo accuracy of conventional and digital radiographic methods in confirming root canal working length determination by Root ZX. *Journal of Applied Oral Science*, 20, 522-525.
- Paiva, J. V. D. L. (2017). *Uso dos localizadores foraminais na clínica integrada de odontologia* (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Piasecki, L., Carneiro, E., da Silva Neto, U. X., Westphalen, V. P. D., Brandão, C. G., Gambarini, G., & Azim, A. A. (2016). The use of micro-computed tomography to determine the accuracy of 2 electronic apex locators and anatomic variations affecting their precision. *Journal of endodontics*, 42(8), 1263-1267.
- Ravanshad, S., Adl, A., & Anvar, J. (2010). Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length: a randomized clinical trial. *Journal of endodontics*, 36(11), 1753-1756.
- Razavian, H., Mosleh, H., Khazaei, S., & Vali, A. (2014). Electronic apex locator: A comprehensive literature review—Part II: Effect of different clinical and technical conditions on electronic apex locator's accuracy. *Dental Hypotheses*, 5(4), 133.
- Renner, D., Grazziotin-Soares, R., Gavini, G., & Barletta, F. B. (2012). Influence of pulp condition on the accuracy of an electronic foramen locator in posterior teeth: an in vivo study. *Brazilian oral research*, 26(2), 106-111.
- Santos, C. I. D. (2017). *Avaliação in vitro da eficiência de localizadores foraminais eletrônicos* (Bachelor's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte).
- Tosun, G., Erdemir, A., Eldeniz, A. U., Sermet, U., & Sener, Y. (2008). Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. *International endodontic journal*, 41(5), 436-441.
- Tsisis, I., Blazer, T., Ben-Izhack, G., Taschieri, S., Del Fabbro, M., Corbella, S., & Rosen, E. (2015). The precision of electronic apex locators in working length determination: a systematic review and meta-analysis of the literature. *Journal of endodontics*, 41(11), 1818-1823.
- Vasconcelos, B. C. D., Bueno, M. D. M., Luna-Cruz, S. M., Duarte, M. A. H., & Fernandes, C. A. D. O. (2013). Accuracy of five electronic foramen locators with different operating systems: an ex vivo study. *Journal of Applied Oral Science*, 21, 132-137.
- Vieyra, J. P., & Acosta, J. (2011). Comparison of working length determination with radiographs and four electronic apex locators. *International endodontic journal*, 44(6), 510-518.