

*Artigo Original de Pesquisa*  
*Original Research Article*

## Análise comparativa *ex vivo* da eficiência na odontometria de três localizadores apicais eletrônicos: Root ZX, Bingo 1020 e Ipex

### Comparative analysis *ex vivo* of the accuracy of three apex locators: Root ZX, Bingo 1020 and Ipex

Roberta HEIDEMANN\*  
Felipe VAILATI\*  
Cleonice Silveira TEIXEIRA\*\*  
César Augusto Pereira OLIVEIRA\*\*\*  
Braulio PASTERNAK JUNIOR\*\*\*\*

**Endereço para correspondência:**

**Address for correspondence:**

César Augusto Pereira Oliveira  
Avenida Rio Branco, 404, Edifício Plantel Towers T-1, sala 301 – Centro  
CEP 88015-200 – Florianópolis – SC  
E-mail: cesar.oliveira@unisol.br

\* Graduandos em Odontologia – Unisol, Tubarão/SC.

\*\* Professora dos cursos de especialização em Endodontia da UFSC e da ABCD-Florianópolis. Especialista em Endodontia, Mestre em Odontologia pela UFSC e Doutora em Endodontia pela Unaerp.

\*\*\* Professor de Endodontia da Unisol/SC e dos cursos de Especialização e Aperfeiçoamento em Endodontia da EAP/ABO-SC. Especialista em Endodontia pela UFSC, Mestrando em Endodontia pela Unaerp/SP.

\*\*\*\* Coordenador do Curso de Especialização e Aperfeiçoamento em Endodontia da EAP/ABO-SC. Especialista em Endodontia, Mestre em Endodontia pela UFSC e Doutor em Endodontia pela Unaerp/SP.

*Recebido em 20/8/08. Aceito em 24/9/08.*

*Received on August 20, 2008. Accepted on September 24, 2008.*

**Palavras-chave:**

comprimento do canal;  
odontometria;  
localizadores apicais  
eletrônicos.

#### Resumo

**Introdução e objetivo:** O objetivo do presente estudo foi avaliar *ex vivo* a precisão da leitura de três localizadores apicais eletrônicos – Root ZX, Bingo 1020 e Ipex –, em relação à medida real dos dentes. **Material e métodos:** Foram selecionados 50 dentes pré-molares extraídos, unirradiculares. Após a abertura coronária, a mensuração

do comprimento do dente (CD) foi realizada diretamente pela inserção de uma lima K#10 no canal até que sua ponta fosse observada no forame apical com auxílio de uma lente de aumento (8X). Após a remoção da lima, seu comprimento foi registrado com precisão de 0,01 mm com uso de paquímetro digital. Em seguida, os dentes foram mensurados eletronicamente (CE) com os três localizadores apicais até atingir a marca 0 no visor de cada aparelho. As medidas obtidas eletronicamente foram comparadas com o CD, e as diferenças, analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis e pelo teste de proporções ( $\alpha = 0,05$ ). **Resultados:** Verificou-se que o sistema Root ZX foi diferente do Ipex ( $p < 0,01$ ), e o sistema Bingo apresentou resultado intermediário, mostrando-se estatisticamente semelhante aos sistemas Root ZX e Ipex ( $p > 0,05$ ). Dentro do limite de tolerância de  $\pm 1,0$  mm, os resultados demonstraram uma precisão de 100% para o Root ZX, 94% para o Bingo e 90% para o Ipex quando comparados aos valores do CD. Porém no limite de  $\pm 0,5$  mm a precisão obtida foi de 90% para o Root ZX, de 68% para o Bingo e de 52% para o Ipex. **Conclusão:** Todos os dispositivos eletrônicos testados foram hábeis em determinar com precisão o comprimento do dente quando considerada uma variação de 1 mm em relação à posição do forame apical. Entretanto, quando levada em conta uma variação de 0,5 mm, apenas o aparelho Root ZX mostrou-se preciso.

**Keywords:**

canal length; odontometry;  
electronic apex locators.

## Abstract

**Introduction and objective:** The objective of this study was to evaluate *ex vivo* the reading accuracy of three electronic apex locators – Root ZX, Bingo 1020 and Ipex –, in respect to the real measure of the teeth. **Material and methods:** Fifty single root premolar teeth extracted were selected. After coronary access, the length tooth (LT) measurement was directly realized by the insertion of a K#10 file in the canal until its tip was observed in the apical foramen with the help of a magnifying glass (8X). After removing the file, its length was recorded with accuracy of 0.01 mm using digital caliper. Then, the teeth were electronically measured (LE) with the three apex locators until achieving the zero mark on the display of each unit. The electronically measures obtained were compared with the LT and the differences were analyzed by the Kruskal-Wallis Test and by the test of proportions ( $\alpha = 0.05$ ). **Results:** It was found that the Root ZX system was statistically different from the Ipex ( $p < 0.01$ ), and the Bingo system presented intermediary result, showing to be statistically similar to the Root ZX and Ipex systems ( $p > 0.05$ ). Within the limit of tolerance of  $\pm 1.0$  mm, the results demonstrated an accuracy of 100% for ZX Root, 94% for Bingo and 90% for Ipex when compared to the LT values. However, in the limits of  $\pm 0.5$  mm the accuracy achieved was 90% for Root ZX, 68% for Bingo and 52% for the Ipex. **Conclusion:** It was concluded that all electronic devices tested were able in determining the precise tooth length when considered a variation of 1 mm from the position of apical foramen. Nevertheless, when considered a variation of 0.5 mm, only the unit Root ZX proved to be accurate.

## Introdução

A determinação precisa do comprimento do canal é um dos fatores mais importantes do tratamento endodôntico [5], indicando o limite apical da instrumentação e da obturação.

Porém o desafio encontrado na determinação do comprimento de trabalho está na localização da constrição apical, pois as variações de forma e posicionamento do forame dificultam sua detecção. Segundo Kutler (1950) [12], somente em 20% a 30% dos casos o forame coincide com o vértice apical, podendo estar situado lateralmente a este, às vezes distante até 3 mm do vértice anatômico. Essa variabilidade da anatomia apical pode dificultar a determinação precisa do comprimento de trabalho durante o procedimento endodôntico.

Tradicionalmente, o limite apical para instrumentação e obturação endodôntica tem sido determinado por tomadas radiográficas. De acordo com Bramante e Berbert (1974) [3], o método radiográfico, quando bem executado, pode ser considerado preciso e confiável. No entanto inúmeros trabalhos relatam que é praticamente impossível obter radiografias sem distorção. As medidas evidenciadas da ponta do instrumento ao vértice radiográfico são normalmente maiores do que as reais, o que pode induzir ao erro profissional. Além disso, a imagem radiográfica fornece uma visão bidimensional de um objeto tridimensional e, muitas vezes, é de difícil interpretação em função da sobreposição de estruturas anatômicas [7].

Os localizadores apicais eletrônicos (LAEs), aparelhos capazes de estabelecer o comprimento dos canais radiculares, foram desenvolvidos com o intuito de auxiliar na determinação do comprimento de trabalho durante o tratamento endodôntico.

O primeiro localizador apical eletrônico foi introduzido por Sunada em 1962 [14], utilizando conceitos preconizados por Suzuki (1942) [15]. Esse aparelho era baseado em princípios de resistência e empregava corrente contínua. Já Inoue (1973) [8] baseou-se em princípios de impedância, nos quais se utilizava corrente alternada aliada a uma única frequência (aparelhos de segunda geração). Kobayashi e Suda (1994) [11], fundamentados em um princípio de frequência, desenvolveram a terceira geração usando duas frequências distintas, uma para o ponto mais amplo do canal e outra para o mais estreito, podendo estar relacionadas entre si por meio de diferença ou por razão. Os aparelhos de terceira geração têm a característica de trabalhar de forma mais precisa na presença de umidade no interior do canal radicular.

A grande vantagem dos localizadores apicais de terceira geração é que detectam a constrição apical, o que não é possível radiograficamente. Além disso, ao utilizar o método eletrônico na determinação do comprimento de trabalho, a exposição do paciente à radiação pode ser reduzida em função do menor número de tomadas radiográficas necessárias. Outra vantagem é a diminuição do período e do custo do tratamento endodôntico para o paciente, pela otimização do tempo de trabalho do profissional [13].

Muitos estudos têm apontado bons resultados com o uso da odontometria eletrônica, demonstrando que medidas precisas são obtidas com diversos tipos de localizadores apicais existentes atualmente [2, 4, 6, 9, 10]. No entanto, com o surgimento de novos aparelhos no mercado odontológico, é importante que novas pesquisas sejam realizadas a fim de avaliar e comparar a eficiência deles em mensurar o canal radicular com precisão.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar *ex vivo* a precisão da leitura de três localizadores apicais eletrônicos – Root ZX, Bingo 1020 e Ipex – em relação à medida real dos dentes.

## Material e métodos

Este estudo foi realizado após aprovação do respectivo projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Unisul (n.º 07.343.4.02.III). Foram selecionados 50 pré-molares inferiores extraídos, hígidos e com raízes completamente formadas. Para a seleção da amostra, os dentes foram examinados com lente de aumento (8X) que permitisse observar a ausência de trincas, imperfeições ou reabsorções apicais. Além disso, radiografias periapicais no sentido próximo-proximal foram realizadas com o objetivo de excluir os dentes que mostrassem mais de um canal radicular, raízes incompletamente formadas, reabsorção interna e tratamento endodôntico. Os dentes selecionados permaneceram armazenados em solução aquosa de timol 0,1% até o momento de sua utilização, quando foram lavados abundantemente em água corrente.

O acesso aos canais foi feito com pontas diamantadas esféricas de alta rotação (FKG Sorensen, São Paulo, Brasil), com tamanho compatível ao volume da câmara pulpar. Para remoção do ombro dentinário e preparo da entrada do canal foram utilizadas pontas diamantadas número 2082 (FKG Sorensen, São Paulo, Brasil). Irrigaram-se os canais com hipoclorito de sódio 1% (Farmácia Maria Rocha, Tubarão, Brasil) em seringa Luer Lock (Art Glass, São Paulo, Brasil). Os dentes

foram numerados de 1 a 50 para anotação do comprimento direto do canal (CD) e do comprimento eletrônico (CE) obtidos com cada localizador apical.

O comprimento direto entre o ponto de referência coronário e o forame apical foi realizado visualmente, com auxílio de uma lente de aumento (8X, Intex, São Paulo, Brasil), introduzindo uma lima #10 tipo K (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Suíça) no interior do canal radicular até que a ponta atingisse o bordo cervical do forame apical. Após a remoção da lima do canal, as medidas obtidas com um paquímetro digital (Digimess, São Paulo, Brasil) foram registradas em milímetro.

O comprimento eletrônico entre o bordo de referência coronário e o forame apical foi obtido com o uso de cada um dos localizadores eletrônicos usados neste estudo: Root ZX (J. Morita, Japão), Bingo 1020 (Forum, Israel) e Ipex (NSK, Tóquio, Japão). Os dentes foram individualmente inseridos em canoplas com alginato (Geltrate Plus, Dentsply, Milford, Del.), de maneira que suas porções radiculares permanecessem submersas no material. Em seguida os canais radiculares foram preenchidos com hipoclorito de sódio 1% até o terço cervical, deixando a câmara pulpar livre de solução irrigadora. Realizaram-se as medições eletrônicas conectando o eletrodo do aparelho em uma lima #15 tipo K. O grampo labial foi inserido no meio de alginato. A leitura da posição do forame apical foi executada introduzindo-se o eletrodo da lima no interior do canal radicular e movendo-o lentamente no sentido apical até a posição 0. Uma vez determinada a posição pela leitura do aparelho, a lima foi desconectada da presilha do eletrodo e foi executada a aferição das leituras com auxílio do paquímetro digital.

As medidas obtidas eletronicamente (CE) foram comparadas com o CD, e as diferenças, analisadas pelo teste de Kruskal-Wallis, pelo teste de comparações múltiplas de Dunn e pelo teste de proporções ( $\alpha = 0,05$ ).

## Resultados

A análise dos dados pelo teste de Kruskal-Wallis mostrou que os grupos foram estatisticamente diferentes entre si ( $p = 0,0107$ ). A tabela I apresenta os resultados do teste de comparação múltipla de Dunn, mostrando que os dados obtidos pelo sistema Root ZX foram estatisticamente diferentes do Ipex ( $p < 0,01$ ), e que o sistema Bingo demonstrou ser estatisticamente semelhante tanto ao sistema Root ZX quanto ao sistema Ipex ( $p > 0,05$ ).

Tabela I - Resultados obtidos após a aplicação do teste estatístico de comparação múltipla de Dunn

Grupos comparados	Diferença entre as médias (Mean Rank Difference)	Valor de <i>p</i>
Root ZX vs. Bingo	11,140	$p > 0,05$
Root ZX vs. Ipex	26,090	$p < 0,01^*$
Bingo vs. Ipex	14,950	$p > 0,05$

\* Diferença estatisticamente significativa entre os grupos

A tabela II mostra a precisão das medidas eletrônicas em relação às medidas reais, considerando diferenças menores que 0,5 e 1,0 mm.

O teste de proporções, dentro do limite de tolerância de  $\pm 1,0$  mm, evidenciou que os resultados alcançados demonstraram uma precisão de 100% para o Root ZX, 94% para o Bingo e 90% para o Ipex quando comparados aos valores do CD. Porém, no limite de  $\pm 0,5$  mm, a precisão obtida foi de 90% para o Root ZX, 68% para o Bingo e de 52% para o Ipex.

Tabela II - Precisão das medidas eletrônicas (CE) em relação às medidas diretas (CD), considerando diferenças menores ou iguais a 0,5 e 1 mm

	Diferença $\leq 0,5$ mm		Diferença $\leq 1,0$ mm		Total	
	n	%	n	%	n	%
Root ZX	45	90	50	100	50	100
Bingo 1020	34	68	47	94	50	100
Ipex	26	52	45	90	50	100

## Discussão

O método eletrônico tem sido estudado e aprimorado com o objetivo de adicionar maior precisão à técnica de determinação do comprimento de trabalho, substituindo ou complementando a utilização dos métodos fundamentados em tomadas radiográficas. Com base no experimento de Sunada (1962) [14], o método eletrônico demonstrou um apreciável desenvolvimento tecnológico, superando os problemas iniciais apresentados, como a incapacidade de leitura em canais contendo soluções condutoras de corrente elétrica.

Em função das dificuldades encontradas com o método radiográfico, os LAEs de última geração

tornaram-se um recurso importante para determinar a odontometria de forma mais segura [7]. Esses localizadores, do tipo frequência-dependente, podem ser utilizados na presença de diversas soluções irrigadoras, como hipoclorito de sódio, solução salina, xilol, clorexidina 3%, EDTA 17%, e também com secreções, sangue e tecido pulpar, sem entretanto interferir nas mensurações [9]. Vários LAEs de 3.<sup>a</sup> geração, a exemplo do Just II, Apex Finder AFA, Endex, Apit, Bingo 1020, e principalmente o Root ZX, vêm sendo bastante investigados [2, 4, 6, 9, 10].

Diversos estudos têm sido conduzidos com o intuito de verificar a precisão dos localizadores apicais eletrônicos, obtendo-se resultados que evidenciam variações percentuais de exatidão [2, 4, 6, 10]. As medidas imprecisas em alguns desses experimentos foram relacionadas a dentes com ápice aberto ou amplo, lesões periapicais que envolvam reabsorções ósseas e radiculares, presença de exsudatos no interior do canal e casos de rizogênese incompleta.

Na avaliação comparativa das medidas diretas dos dentes em relação aos três localizadores apicais, 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. Essa constatação está abaixo do percentual obtido por Bernardes *et al.* (2007) [2], que foi de 97,5% na tolerância de  $\pm 0,5$  mm. Porém os resultados obtidos no presente trabalho estão acima dos encontrados por Kim *et al.* (2008) [10], os quais conseguiram 84% da amostra entre  $\pm 0,5$  mm do ápice. Em outros estudos comparativos da medida real com a odontometria eletrônica utilizando o Root ZX, D'Assunção *et al.* (2006) [4] e Felipe *et al.* (2008) [6] encontraram uma precisão de 89,7% e 86%, respectivamente, o que corrobora com os resultados apresentados nesta pesquisa.

A semelhança estatística na precisão das medidas obtidas pelos aparelhos Root ZX e Bingo 1020 já havia sido observada no estudo de Kaufman *et al.* (2002) [9]. Os autores concluíram que o Bingo 1020 provou ser tão confiável quanto o Root ZX e de fácil utilização. Tais resultados estão em consonância com os verificados neste estudo, que mostra diferenças não estatisticamente significantes entre o Root ZX e o Bingo 1020 em um limite de tolerância de  $\pm 1,0$  mm.

Em relação ao IpeX, não foram encontrados relatos na literatura a respeito da sua eficiência. No presente trabalho esse dispositivo apresentou resultados aceitáveis apenas dentro de um limite de tolerância de  $\pm 1,0$  mm.

Considerando a importância da delimitação de um correto limite apical de instrumentação na elaboração de um batente apical adequado, que respeite o espaço biológico demarcado pelos limites apicais, e as limitações do método radiográfico na localização precisa desse limite, o método eletrônico revelou ser uma maneira adequada e confiável de determinar o comprimento de trabalho, com base na possibilidade de localização de uma posição próxima à constrição apical. A correta obtenção e interpretação dos dados indicados pela leitura eletrônica, adicionada à medição da imagem radiográfica inicial para diagnóstico e ao conhecimento das medidas normais dos dentes, concorre para o sucesso na determinação segura do comprimento de trabalho, confinando os procedimentos operatórios e de obturação do canal radicular em uma região tal que propicie melhores condições para o reparo biológico dos tecidos apicais.

## Conclusão

Pela análise dos resultados deste estudo experimental concluiu-se que todos os dispositivos eletrônicos testados foram hábeis em determinar com precisão o comprimento do dente quando era levada em conta a variação de  $\pm 1$  mm em relação à posição do forame apical. Porém, quando considerada uma variação de  $\pm 0,5$  mm, apenas o aparelho Root ZX mostrou-se preciso.

## Referências

1. Baldi JV, Victorino FR, Bernardes RA, Moraes IG, Bramante CM, Garcia RB *et al.* Influence of embedding media on the assessment of electronic apex locators. *J Endod.* 2007;33(4).
2. Bernardes RA, Vasconcelos BC, Bernardineli N, Baldi JV, Bramante CM. Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements diagnostic unit and Apex Locator, and RomiAPEX D-30. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104(4).
3. Bramante CM, Berbert A. A critical evaluation of some methods of determining tooth length. *Oral Surg.* 1974;37(3):463-73.
4. D'Assunção FLC, Albuquerque DS, Ferreira LCQ. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. *J Endod.* 2006;32(6).

5. Erdemir A, Eldeniz AU, Ari H, Belli S, Esener T. The influence of irrigation solutions on the accuracy of the electronic apex locator facility in the Tri Auto ZX handpiece. *Int Endod J.* 2007;40:391-7.
6. Felipe WT, Felipe MCS, Carmona JR, Crozoé FCI, Alvisi BB. *Ex vivo* evaluation of the ability of the Root ZX II to locate the apical foramen and to control the apical extent of rotary canal instrumentation. *Int Endod J.* 2008;41:502-7.
7. Gordon MPJ, Chandler NP. Electronic apex locators. *Int Endod J.* 2004;37:425-37.
8. Inoue N. An audiometric method for determining the length of root canals. *J Can Dent Assoc.* 1973;39(9):630-6.
9. Kaufman AY, Keila S, Yoshpe M. Accuracy of a new apex locator: an *in vitro* study. *Int Endod J.* 2002;35:186-92.
10. Kim E, Lee CY, Kim IK. An *in vivo* comparison of working length determination by only Root-ZX apex locator versus combining Root-ZX apex locator with radiographs using a new impression technique. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(4):79-83.
11. Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod.* 1994;20:111-4.
12. Kutler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc.* 1950;50(5):544-52.
13. Ramos CAS, Bramante CM. *Odontometria: fundamentos e técnicas.* São Paulo: Santos; 2005.
14. Sunada I. New method for measuring the length of the root canals. *J Dent Res.* 1962;41(2):375-87.
15. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis. *Japan J Stomatol.* 1942;16:411-7.