

# Eficácia de localizadores apicais na identificação de perfurações de diferentes diâmetros

*Efficacy of apex locators in the identification of different diameters perforations*

Ana Carolina Pimentel Corrêa\*  
Emmanuel João Nogueira Leal da Silva\*\*  
Claudio Malizia Alves Ferreira\*\*\*  
Karen Machado Magalhães\*\*\*\*  
Tauby de Souza Coutinho-Filho\*\*\*\*\*

## Resumo

*Introdução: O objetivo deste estudo in vitro foi avaliar a precisão dos localizadores apicais eletrônicos (LAEs) Novapex® e Root ZX II® na detecção de perfurações radiculares simuladas. Metodologia: Após a remoção da porção coronária de 35 dentes, perfurações artificiais foram realizadas no terço médio com brocas de diferentes diâmetros (01, 04, 08). Os dentes foram então divididos em quatro grupos: três grupos experimentais, com dez dentes, e o grupo de controle, com cinco dentes. Todos foram embebidos em solução salina 0,9% e as determinações eletrônicas da localização das perfurações foram realizadas com os LAEs. Uma lima 10 tipo K foi inserida nos canais até que os LAEs indicassem que tivesse atingido a marca de 0. Logo após, os cursores foram ajustados em uma referência externa. Três medidas foram tomadas para cada dente e obtida uma média. Resultados: Os resultados mostram que o maior diâmetro da perfuração aumentou a sensibilidade LAEs na localização das perfurações. Para comparação de medidas reais com as medidas fornecidas pelo LAE, nos casos em que os LAEs foram capazes de localizar a perfuração, o teste t de student foi utilizado ( $p < 0,05$ ), não apresentando diferença estatisticamente significativa entre as diferentes perfurações e os diferentes LAEs. Conclusão: Os LAEs testados foram precisos e confiáveis na determinação de perfurações de raiz, sendo capazes de auxiliar no diagnóstico clínico desta patologia.*

*Palavras-chave: Localizadores apicais eletrônicos. Perfurações radiculares. Radiografias.*

## Introdução

A endodontia tem sofrido intensa evolução e os índices de sucesso do tratamento endodôntico têm aumentado, permitindo às estruturas dentárias acometidas se manterem em harmonia com o sistema estomatognático. Contudo, a despeito do surgimento de novas técnicas e materiais, o tratamento do sistema de canais radiculares, basicamente, é realizado por meio de passos operatórios técnicos, estando sujeitos a falhas, acidentes e variados tipos de complicações em sua execução clínica, o que afeta o prognóstico do tratamento<sup>1,2</sup>.

Um dos mais comuns acidentes observados durante o tratamento endodôntico são as perfurações radiculares. Estudos relatam que as perfurações são a segunda maior causa das falhas e representam cerca de 9,6% dos casos de insucessos nos tratamentos endodônticos. Tais perfurações determinam um efeito deletério sobre o prognóstico da terapia endodôntica, uma vez que promovem uma reação inflamatória local, predisõem o dente a um desarranjo perirradicular e eventual perda de suporte periodontal, com consequências danosas aos tecidos de suporte dentário, além de, em alguns casos, levar a perdas dentárias irreparáveis. Além disso, com a presença de perfurações podem ser verificados transportes foraminais, o que possivelmente levaria à não desinfecção do forame apical, à manutenção do foco infeccioso (causa) e ao provável insucesso do tratamento endodôntico<sup>3-6</sup>.

\* Aluna do curso de mestrado em Clínica Odontológica – FOP-Unicamp, Piracicaba, SP, Brasil.

\*\* Mestre e aluno do curso de doutorado em Clínica Odontológica FOP-Unicamp, professor do curso de Especialização em Endodontia Uerj, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\*\*\* Especialista em Endodontia Uerj, professor do curso de Especialização em Endodontia Uerj, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\*\*\*\* Mestre em Endodontia Unesa, professora do curso de Especialização de Endodontia Uerj, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\*\*\*\*\* Doutor em Odontologia UERJ, professor Adjunto Endodontia Uerj, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

As perfurações podem ser resultantes de reabsorções, cáries e iatrogenias, sendo definidas como lesões artificiais e involuntárias, comunicando a cavidade pulpar com o ligamento periodontal. Entre as causas mais comuns de perfurações iatrogênicas destacam-se: desconhecimento da anatomia dental, posição do dente na arcada, presença de coroas protéticas, câmara pulpar atrésica ou calcificada, uso inadequado dos instrumentos endodônticos e realização de preparo para pinos<sup>4-6</sup>. Alguns fatores podem influenciar no prognóstico de dentes perfurados, incluindo o tamanho da perfuração, a localização na região de soalho da câmara pulpar e terço cervical da raiz, presença de doença periodontal e ausência de vitalidade pulpar<sup>4,5,7</sup>.

Se tratadas em tempo hábil, com material e técnica apropriada, as perfurações endodônticas podem ser controladas, ocorrendo o reparo da região injuriada, desde que as condições em que se deu a perfuração sejam favoráveis ao tratamento, contribuindo dessa forma para um melhor prognóstico<sup>7,8</sup>. Um correto diagnóstico de tais perfurações endodônticas requer uma combinação de achados sintomatológicos, observação clínica e de meios auxiliares para diagnóstico<sup>9,10</sup>.

Tem sido relatado que localizadores apicais eletrônicos (LAEs) podem contribuir para o diagnóstico de perfurações endodônticas e poderiam ser utilizados como meios auxiliares para tal diagnóstico<sup>11</sup>. Estudos prévios mostram efetividade do LAE na detecção de fraturas radiculares<sup>12,13</sup>. Essas são detectadas já que possuem comunicação do tecido pulpar com o tecido periodontal, seguindo o mesmo princípio aplicado na determinação do forame apical. Da mesma forma, os LAEs devem localizar as perfurações radiculares, nas quais há de forma semelhante a comunicação do meio interno com o externo.

Embora muitos estudos indiquem o uso de LAEs nos casos de perfurações endodônticas, poucos verificaram a influência do diâmetro dessa perfuração na eficiência de sua localização. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar *in vitro* a precisão e confiabilidade de dois LAEs na localização de perfurações com diferentes diâmetros.

## Materiais e método

### Seleção e preparação da amostra

Para a realização deste estudo *in vitro* foram selecionados 35 dentes humanos unirradulares, conservados em solução de timol 1%, obtidos no Banco de Dentes da Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição. Os critérios de inclusão foram dentes com ápices completamente formados, sendo excluídos aqueles que apresentavam raiz dilacerada, canais radiculares obliterados ou reabsorções.

Na preparação das amostras foi feito um corte para eliminar a porção coronária, com um disco de carborundum, permanecendo apenas o corpo radicular. Os dentes foram padronizados para que todos tivessem um comprimento total de 12 mm, sendo medidos com uma régua endodôntica milimetrada (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça). Dessa forma, foi deixada uma superfície plana e perpendicular ao longo eixo do dente com o objetivo de aumentar a precisão na aferição das medidas.

Para a confecção das reabsorções radiculares foi realizado um desgaste na face vestibular ou lingual da raiz em seu terço médio, com o auxílio de uma broca de baixa rotação longa (KG Sorensen, São Paulo, SP, Brasil). A broca foi penetrada na superfície radicular até que se alcançasse o seu diâmetro máximo, ou seja, metade da broca.

As amostras foram numeradas e divididas em quatro grupos: Grupo 1: dez dentes em que a simulação da reabsorção externa com comunicação foi realizada com o auxílio de uma broca de baixa rotação longa nº 1 (KG Sorensen, São Paulo-Brasil); Grupo 2: dez dentes com reabsorção externa simulada, em que a comunicação foi realizada com o auxílio de uma broca de baixa rotação longa nº 4 (KG Sorensen, São Paulo-Brasil); Grupo 3: dez dentes em que a simulação da reabsorção externa com comunicação foi realizada com o auxílio de uma broca de baixa rotação longa nº 8 (KG Sorensen, São Paulo-Brasil); Grupo 4: cinco dentes em que não foi realizada a simulação da reabsorção externa com comunicação (controle negativo).

## Odontometria

A obtenção das medidas pelo método eletrônico em cada canal radicular foi baseada na metodologia descrita por outros autores<sup>14,15</sup>. As amostras foram fixadas em recipientes de vidro com uma tampa plástica contendo solução salina a 0,9%. Na tampa plástica foram confeccionados dois orifícios: o primeiro, no qual era colocada a alça labial em contato com a solução salina, e um segundo, no qual era adaptada a raiz, com o auxílio, quando necessário, de cera utilidade, para que houvesse uma melhor adaptação e fixação do elemento, mantendo-o em contato com a solução salina. As medidas foram realizadas empregando-se os localizadores apicais eletrônicos Novapex (Fórum Technologies, Israel) e Root ZX II (J. Morita, Brasil).

Para as mensurações, uma lima tipo K #10 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues-Suíça) foi acoplada à alça do aparelho testado e, durante a sua inserção no canal radicular, a obtenção das medidas foi monitorada no visor do aparelho até que o instrumento indicasse a marca "0". Foi considerada válida a leitura que permanecesse estável por, pelo menos, cinco segundos (Fig. 1a e b). Nesse momento os cursores eram ajustados na superfície coronal, e as medidas, tomadas com a régua endodôntica milimetrada.

da (Dentsply-Maillefer, Ballaigues-Suíça) e comparadas com o comprimento real da perfuração, obtido por mensuração direta na superfície radicular externa. Os valores obtidos, correspondentes à diferença entre o comprimento real da perfuração e a medição eletrônica, foram anotados e submetidos ao teste *t-Student* com um nível de significância de 5% para a comparação das medidas entre os localizadores e entre os diâmetros de perfuração. A análise estatística foi realizada com auxílio do *software* SPSS (LEAD Technologies, Chicago - EUA).

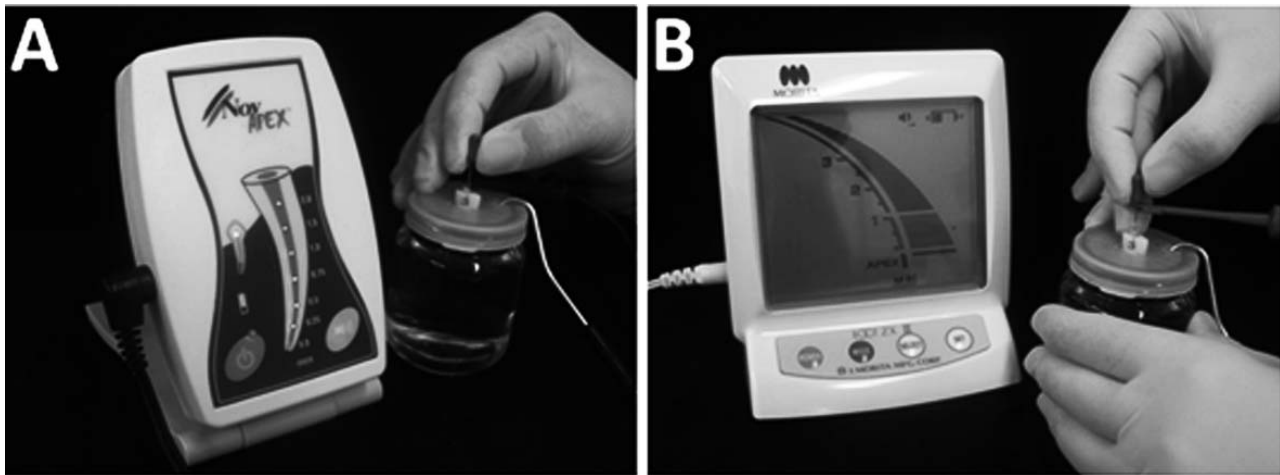


Figura 1 - (a) Identificação da perfuração com a utilização do LAE Novapex. (b) Identificação da perfuração com a utilização do LAE RootZx II

## Resultados

Sessenta aferições com LAEs foram realizadas, dez com cada diâmetro de perfuração e tipo de localizador. Os resultados obtidos estão expostos na Tabela 1 (tolerância de 0.5 mm e 1.0 mm).

Tabela 1 - Taxa de confiabilidade da localização de diferentes diâmetros de perfurações por diferentes LAEs

Distância para a perfuração	Novapex Broca 1	Root ZX II Broca 1	Novapex Broca 4	Root ZX II Broca 4	Novapex Broca 8	Root ZX II Broca 8
+/- 1mm	70% (n = 7)	80% (n = 8)	80% (n = 8)	80% (n = 8)	100% (n = 10)	100% (n = 10)
Não localizado	30% (n = 3)	20% (n = 2)	20% (n = 2)	20% (n = 2)	-(n = 0)	-(n = 0)

A média dos valores obtidos entre a diferença da localização com LAEs e a localização real das perfurações está exposta na Tabela 2. Quando o LAE era capaz de localizar a perfuração, não houve diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre as marcas comerciais, nem entre os diferentes tamanhos de perfuração.

Tabela 2 - Média e desvio-padrão das diferenças obtidas entre as medidas com LAE e morfométricas da localização das perfurações (expressas em mm)

Localizador apical	Tamanho da perfuração	Média (DP)
Novapex	1	0.50 ± 0.45 <sup>a</sup>
	4	0.61 ± 0.49 <sup>a</sup>
	8	0.30 ± 0.35 <sup>a</sup>
Root ZX II	1	0.44 ± 0.42 <sup>a</sup>
	4	0.25 ± 0.27 <sup>a</sup>
	8	0.65 ± 0.41 <sup>a</sup>

Letras iguais não mostram diferença estatisticamente significante - Teste t, nível de significância de 5%

## Discussão

Uma ferramenta adequada para a detecção de perfurações radiculares é um fator essencial para um prognóstico favorável do tratamento endodôntico. A localização radiográfica dessas perfurações na superfície vestibular ou lingual muitas vezes é impraticável, já que a imagem da perfuração é sobreposta à da superfície radicular<sup>16</sup>. Além disso, a sobreposição com estruturas anatômicas ou implantes, o tempo consumido para a tomada radiográfica e os riscos biológicos de uma exposição desnecessária são desvantagens da utilização de radiografias na detecção de perfurações radiculares. Também é relatado que a utilização de microscopia operatória é capaz de facilitar a detecção de canais extras, assim como de alterações anatômicas fisiológicas e patológicas<sup>17</sup>. Entretanto, tal artifício ainda não é disponível vastamente, restringindo-se sua utilização a poucos profissionais de odontologia.

A tomografia computadorizada *cone bean* (TCCB) permite uma visualização rápida de uma área de interesse em três planos ortogonais<sup>18</sup>. Estudos prévios têm mostrado a grande capacidade dessa tomografia para avaliar a anatomia interna dos dentes, bem como identificar reabsorções ou perfurações radiculares<sup>19,20</sup>. Portanto, a TCCB é indicada para situações complexas e é apresentada como tendo uma boa visualização de complicações que geralmente são difíceis de observar em radiografias periapicais. Entretanto, o alto custo inviabiliza o uso de tal ferramenta em alguns casos, sendo necessários outros meios para a detecção de tais perfurações.

Diversos autores sugerem que os LAEs podem ser utilizados com precisão durante a localização de tais perfurações radiculares<sup>11,13,21</sup>. Estudos demonstraram a alta precisão de tais localizadores na correta determinação do forame apical<sup>22-25</sup>. Em teoria, os LAEs deveriam marcar a primeira zona em que houvesse uma comunicação do conduto radicular com o periodonto. A perfuração não deixa de ser uma variável de comunicação com o periodonto, assim como nos casos das fraturas. Dessa forma, em casos de fratura, reabsorções ou canais laterais, tais LAEs indicariam essas regiões como se fossem o ápice radicular<sup>22</sup>, sendo um importante elemento para o diagnóstico de tais patologias endodônticas.

Embora estudos *in vitro* sobre a precisão dos LAEs sejam problemáticos em virtude da ausência do ligamento periodontal, os LAEs operam por princípios físicos, tais como impedância e condutância, e quando os dentes extraídos, utilizados nos modelos *in vitro*, estão imersos em meios com resistência elétrica semelhante ao periodonto, podem fornecer informações valiosas para se testar o correto funcionamento dos LAEs<sup>26</sup>. Modelos de alginato foram utilizados com precisão em diversos estudos<sup>22,28,29,30</sup>. O método utilizando solução salina 0,9% e um recipiente plástico foi aplicado com sucesso em outros trabalhos<sup>31,32</sup>, já que solução salina 0,9% é um excelente meio para estabelecer circuito elétrico suficiente para um correto funcionamento dos LAEs<sup>32</sup>.

Um estudo semelhante no qual três localizadores apicais foram utilizados para a localização de dois tamanhos de perfuração concluiu não haver diferença estatisticamente significativa entre a localização das perfurações de diâmetros diferentes<sup>13</sup>. No presente estudo, ficou claro haver uma correlação positiva entre o tamanho da perfuração e o índice de confiabilidade na localização da mesma. As diferenças entre o estudo prévio e o atual estudo podem ser justificadas por diferenças na metodologia, tais como a utilização de LAEs que operam por princípios diferentes e o uso do modelo de alginato como meio de imersão.

Uma tolerância de 1,0 mm pode ser considerada clinicamente aceitável<sup>14,33,34</sup>. Utilizando tal medida

como critério, nos casos em que os localizadores foram capazes de detectar corretamente a localização das perfurações não houve diferença estatisticamente significativa entre a média das diferenças obtidas entre as medidas com LAEs e morfométricas da localização das perfurações.

Resultados semelhantes aos observados também podem ser encontrados em estudos que investigaram a capacidade de localização de fraturas radiculares. Goldberg et al.<sup>14</sup> avaliaram a capacidade de localização de fraturas horizontais utilizando quatro diferentes LAEs. O resultado obtido, respeitando um limite de tolerância de  $\pm 1.0$  mm, foi de 91,25% de precisão na localização das fraturas. Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores, que obtiveram uma taxa de 100% de localização de fraturas por LAEs, com limite de tolerância de  $\pm 1.0$  mm<sup>35</sup>.

## Conclusão

Diante das limitações da metodologia *in vitro* aplicada, é possível concluir que perfurações maiores foram detectadas de forma mais eficaz do que as perfurações menores. Os LAEs foram capazes de determinar a localização de perfurações radiculares em uma faixa clinicamente aceitável, sendo indicados, dessa forma, como um auxiliar no diagnóstico de tais perfurações.

## Abstract

*Introduction: The objective of this in vitro study was to evaluate the efficacy of electronic apex locators (EAL) Novapex™ and Root ZX II™ in detecting simulated root perforations. Method: After removing the coronal portion in 35 teeth, artificial perforations were simulated in the middle third with different diameters drills (01, 04, 08). The teeth were then divided into 4 groups: 3 experimental groups with 10 teeth and the control group with 5 teeth. The teeth were embedded in a 0.9% saline solution and electronic determination of the perforations length was accomplished by using the EALs. A 10 K-type file was inserted down the canals until EALs indicated that the file had reached the mark 0 and the cursors were adjusted in an external reference. Three measurements were taken to each tooth and an average recorded. Results: Results show that larger perforation diameter increased the EAL sensitivity. For a comparison between real measures and measures provided by EAL, when EALs could locate the perforation, the student t test was applied ( $p < 0.05$ ), showing no statistically difference between the different perforations and EALs. Conclusion: The tested EALs were accurate and reliable in the determination of root perforations, and are able to assist the clinical diagnosis of this pathology.*

*Key words: Apex locators. Root perforation. Radiograph.*

# Referências

1. Leal JM, Bampa JU. Cirurgias parentodônticas: indicações, contra-indicações, modalidades cirúrgicas. In: Leonardo MR, Leal JM, Endodontia: Tratamento dos canais radiculares – 3. ed. São Paulo: Panamericana; 1998. 920p. 737- 801.
2. Kuga MC, Weckwerth PH, Duarte MA. Influência da natureza do cimento endodôntico, medicação intracanal, qualidade do selamento e localização do acidente em perfurações radiculares. J Bras Endod 2002; 11(3):287-91.
3. Pitt Ford TR, Andreasen JO, Dorn SO, Kariyawasam SP. Effect of various zinc oxide materials as root-end fillings on healing after replantation. Int Endod J 1995; 28(6):273-8.
4. Araújo Filho WR. Seleção de casos para o tratamento endodôntico. In: Lopes HP, Siqueira Jr. JF. Endodontia: biologia e técnica. Rio de Janeiro: MEDSI. 1999.
5. Bruder GA *et al.*, Perforation repairs. NY State Dent J 1999, 65(5): 26-7.
6. Bramante CM, Berbert A, Bernadineli N, Moraes IG, Garcia RB. Acidentes e complicações na abertura coronária. Acidentes e complicações no tratamento endodôntico: soluções clínicas. São Paulo: Santos, 2003.
7. Maalouf EM, Gutman JL. Biological perspectives in the nonsurgical endodontics management of periradicular pathosis. Int Endod J 1994; 27:154-62.
8. Soares IJ, Goldberg F. Endodontia: técnica e fundamento. Porto Alegre: Artmed; 2002.
9. Alhadainy HA. Root perforations: a review of literature. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994; 78(3):368-74.
10. Fuss Z, Trope M. Root perforation: classification and treatment choices based on prognostic factors. Endod Dent Traumatol 1996; 12(6):255-64.
11. Kaufman AY, Keila S. Conservative treatment of root perforation using apex locator and thermatic compactor: Case study of a new method. J Endod 1989; 15(6):267-72.
12. Nahmias L, Aurelio JA, Gerstein H. Expanded use of the electronic canal length measuring devices. J Endod 1983; 9(8):347-9.
13. Kaufman AY, Fuss Z, Keila S, Waxenberg S. Reliability of different electronic apex locators to detect root perforations *in vitro*. Int Endod J 1997; 30(6):403-7.
14. Goldberg F *et al.* The evaluation of four electronic apex locators in teeth with simulated horizontal oblique root fractures. Int Endod J 1997; 30(6):403-7.
15. Weiger R, John C, Geigle H, Löst C. An *in vitro* comparison of two modern apex locators. J Endod 1999; 25(11):765-8.
16. Gutmann JL, Harrison JW. Surgical endodontics. Blackwell scientific publications; 1991.
17. Carvalho MC, Zuolo ML. Orifice locating with a microscope. J Endod 2000; 26:532-4.
18. Cohenca N, Simon JH, Mathur A, Malfaz JM. Clinical indications for digital imaging in dento-alveolar trauma. Part 2: root resorption. Dent Traumatol 2007; 23(2):105-13.
19. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR. Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. J Endod 2008; 34(3):273-9.
20. Low KM, Dula K, Bürgin W, von Arx T. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery. J Endod 2008; 34(5):557-62.
21. Patel S. New dimensions in endodontic imaging: Part 2 Cone beam computed tomography. Int Endod J 2009; 42(6):463-75
22. Fuss Z, Assoline LS, Kaufman AY. Determination of root perforations by electronic apex locators. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1996; 82(3):324-9.
23. Pratten DH, McDonald NJ. Comparison of radiographic and electronic working length. J Endod 1996; 22(4):173-6.
24. Lucena-Martín C, Robles-Gijón V, Ferrer-Luque CM, de Mondelo JM. *In vitro* evaluation of the accuracy of three electronic apex locators. J Endod 2004; 30(4):231-3.
25. Herrera M, Abalos C, Planas AJ, Llamas R. Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision. J Endod 2007; 33(8):995-8.
26. Briseño-Marroquín B, Frajlich S, Goldberg F, Willershausen B. Influence of instrument size in the accuracy of different apex locators: an *in vitro* study. J Endod 2008; 34(6):698-702.
27. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal length. J Endod 1987; 13(2):60-4.
28. Kaufman AY, Katz A. Reliability of Root ZX apex locator tested by an *in vitro* model. J Endod 1993; 19:201.
29. Keila S, Linn H, Katz A, Kaufman AY. Morphometric analysis of working length determined by impedance type apex locators. J Endod 1994; 20:196.
30. Nguyen HQ, Kaufman AY, Komorowski RC, Friedman S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. Int Endod J 1996; 29(6):359-64.
31. Czerw R, Fulkerson MS, Donnelly JC. An *in vitro* test of a simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. J Endod 1994; 20(12):605-6.
32. Jenkins JA, Walker WA 3rd, Schindler WG, Flores CM. An *in vitro* evaluation of the accuracy of the root ZX in the presence of various irrigants. J Endod 2001; 27(3):209-11.
33. Shabahang S, Goon WW, Gluskin AH. An *in vivo* evaluation of Root ZX electronic apex locator. J Endod 1996; 22(11):616-8.
34. Weiger R, John C, Geigle H, Löst C. An *in vitro* comparison of two modern apex locators. J Endod 1999; 25(11):765-8.
35. Azabal M, Garcia-Otero D, de la Macorra JC. Accuracy of the Just II Apex locator in determining working length in simulated horizontal and vertical fractures. Int Endod J 2004; 37(3):174-7.

## Endereço para correspondência:

Emmanuel João Nogueira Leal da Silva  
Departamento de Endodontia da  
Faculdade de Odontologia da UERJ  
Rua Heróides de Oliveira, 61, AP 902 - Icaraí  
24230-230 Niterói - RJ  
Fone: (21) 83575757  
E-mail: emmanuel@fop.unicamp.br

Recebido: 07.02.2011 Aceito: 20.06.2011