

Localizadores apicais na determinação do comprimento de trabalho: a evolução através das gerações

Apex locators in determining the working length: the evolution through the generations

Thais Medeiros da Silva

Especialista e Mestranda em Endodontia pela Unesa

Flávio Rodrigues Ferreira Alves

Professor do Programa de Pós-graduação em Odontologia da Unesa

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão da literatura a respeito da evolução dos localizadores apicais, desde a primeira até a quarta geração, principalmente quanto aos seus mecanismos de funcionamento. Existem informações contraditórias em relação a qual estrutura anatômica os localizadores apicais de quarta geração detectam com maior acurácia. Conclui-se que a combinação dos métodos eletrônico e radiográfico é indispensável para a odontometria.

Palavras-chave: Localizadores apicais; odontometria.

ABSTRACT

The purpose of this study was to review the literature regarding the evolution of apex locators, from first to fourth generation, mainly in their operating mechanisms. There is conflicting information as to which anatomical structure the apex locators from fourth generation detect with greater accuracy. It is concluded that the combination of electronic and radiographic methods is essential to the measurement.

Keywords: Apex locators; measurement.

Introdução

Um dos assuntos mais controversos em Endodontia se refere ao limite apical de instrumentação e obturação, ou seja, o ponto mais apical que os instrumentos devem atingir durante a instrumentação e o material obturador deve ser aplicado durante a obturação.

Do ponto de vista biológico, é necessário que o preparo químico e mecânico atinjam toda a extensão do canal radicular, visto que bactérias podem estar localizadas próximas ou mesmo no forame apical. Do ponto de vista mecânico, dada a anatomia da região apical da raiz, é necessária a confecção de um batente apical que proporcione o travamento do material obturador, impedindo seu extravasamento para os tecidos perirradiculares (2).

Na instrumentação dos canais radiculares, o limite ideal de trabalho é a junção cementodentinária, segundo alguns autores (24, 29, 28), mas na maioria das vezes, isso não é possível devido a sua grande variabilidade de localização e à dificuldade em ser detectada clinicamente. Em determinados casos, essa junção nem sempre representa o diâmetro mais constrito do canal (24). Ainda de acordo com BAUGH & WALLACE (3), a constrição apical nem sempre está presente ou é facilmente localizada.

Relações de Distância: Junção Cementodentinária, Forame Apical e Ápice Dentário

Em um trabalho clássico publicado em 1955, KUTTLER (23) analisou a anatomia dos ápices radiculares, avaliando sua forma, direção e diâmetro, localização do forame apical, seu tamanho e a espessura de cimento apical utilizando a microscopia ótica. A amostra foi composta por 268 dentes, sendo 95% extraídos de cadáveres. Alguns dentes possuíam cáries superficiais, mas nenhum possuía lesão perirradicular. Foram utilizados apenas dentes cuja idade do cadáver no momento da sua morte era conhecida. Baseado na idade, o autor dividiu a amostra em dois grupos: grupo I - dentes de indivíduos entre 18 e 25 anos; grupo II - dentes de indivíduos com mais de 55 anos. O autor encontrou no grupo I uma distância média entre o centro do forame apical e a parte mais estreita do canal radicular (junção cementodentinária - JCD) de 0,52 mm, e no grupo II, 0,67 mm.

O estudo anteriormente citado também demonstrou que o ponto de junção entre o canal dentinário e o canal cementário nem sempre está presente. Em 57% da amostra do grupo I e em 74% do grupo II esse ponto de união era preciso e visivelmente distinguível num aumento de 21 vezes. Em 31% da amostra do grupo I e 56% do grupo II, um aumento de 56 vezes foi necessário para a visualização da JCD. Em 6% dos cortes histológicos feitos no grupo I e em 4% do grupo II, o ponto de união entre o canal dentinário e o cementário existia, mas sua localização era confusa, não sendo possível sua determinação. A JCD não foi passível de detecção em 6% da amostra do grupo I e em 4% do grupo II (23).

Um dos dados mais importantes do estudo de KUTTLER (23) foi que a

espessura apical de cimento mede em média 0,5 mm nos indivíduos entre 18 e 25 anos e é mais espessa nos indivíduos com mais de 55 anos, em média 0,2 a 0,3 mm maior (Figura 1).

Em 1956, GREEN (15) realizou um estudo dos ápices radiculares de 400 dentes anteriores, tanto maxilares quanto mandibulares. O autor utilizou o estereomicroscópio objetivando a visualização de variações na morfologia da região. Entre outras variações anatômicas, o autor analisou a distância entre o forame apical e o ápice dentário. A distância encontrada nos incisivos mandibulares foi de 0,2 mm e nos outros dentes a medida foi de 0,3 mm. As idades dos pacientes não foram registradas nesse estudo, o autor apenas supõe que eles tenham em torno de 40 anos, pois a extração de dentes anteriores não é comum em indivíduos jovens.

CHAPMAN (5) realizou um estudo microscópico sobre a região apical de dentes anteriores humanos extraídos. Não houve registro sobre a idade dos pacientes e a amostra foi dividida em dentes maxilares e mandibulares. Nos dentes maxilares, a distância média entre o ápice radicular e o forame foi de 0,36 mm e de 0,34 mm nos dentes mandibulares. O autor notou que a maioria das constrições apicais (92,5%) estavam localizadas entre 0,5 e 1,0 mm do ápice radicular.

Em 1972, BURCH & HULEN (4) analisaram a relação entre o forame apical e o ápice anatômico de raízes dentárias. Os autores concluíram que em 92,4% da amostra a distância entre essas estruturas anatômicas é de 0,59 mm.

No ano de 1984, DUMMER *et al.* (10) mensuraram as distâncias entre o ápice e o forame dentário e entre o ápice e a constrição apical. A amostra foi constituída de 270 dentes permanentes humanos extraídos, todos apresentando ápice completamente formado. A idade dos indivíduos não foi registrada. Como resultado, após a análise microscópica, os autores encontraram uma distância média de 0,38 mm entre o ápice dentário e o forame. Entre a constrição apical e o forame a distância média foi de 0,51 mm. Logo, a distância média entre a constrição apical e o ápice dentário foi de 0,89 mm. Além das mensurações realizadas pelo autor, foram encontrados quatro tipos distintos de constrição apical nesse estudo, que foram classificadas como: tipo A: a “tradicional” constrição; tipo B: constrição afunilada com a porção mais estreita do canal muito próxima do ápice radicular; tipo C: com mais de uma constrição e tipo D: quando a constrição é seguida por uma porção estreita e paralela do canal. A forma predominante foi a do tipo A, seguida pelos tipos B, C e D. Segundo os autores, é impossível estabelecer a posição da constrição apical durante o tratamento endodôntico, mas o uso de métodos combinados como a radiografia periapical e o localizador apical, pode aumentar a taxa de sucesso na etapa da medição do comprimento de trabalho.

STEIN & CORCORAN (30) analisaram através de imagens digitalizadas, a anatomia da região apical e suas mudanças histológicas com a idade. Eles utilizaram 87 dentes com polpas vitais e 24 com polpas necrosadas, perfazendo um total de 111 dentes provenientes de 47 pacientes com idades entre 26 e 77 anos. Os autores avaliaram a distância entre

a JCD e a abertura foraminal e encontraram uma média de 0,72 mm em pacientes de todas as idades e 0,82 mm em pacientes com mais de 55 anos. Como observado pelos autores, o aumento da idade implica no aumento da espessura de cimento apical, proveniente de mudanças fisiológicas.

MIZUTANI *et al.* (26) estudaram a anatomia da porção apical de dentes anteriores da maxila, utilizando cortes histológicos horizontais. A amostra total foi composta por 90 dentes, sendo 30 incisivos centrais, 30 incisivos laterais e 30 caninos. Os pacientes tinham idade entre 11 e 73 anos. As distâncias médias encontradas entre o ápice radicular e a constrição apical foram de 0,86 mm nos incisivos centrais, 0,82 mm nos laterais e 1,01 mm nos caninos.

Em 1995, GUTIERREZ & AGUAYO (17) analisaram, por meio da microscopia eletrônica, ápices radiculares com o objetivo de avaliar o número de foraminas presentes. A amostra utilizada foi de 140 dentes, 70 maxilares e 70 mandibulares. A idade dos pacientes variava entre 21 e 68 anos. Os autores encontraram uma variação de 1 a 16 aberturas foraminais por espécie, dependendo do tipo de dente. O distanciamento dessas aberturas ao ápice ou vértice radicular variou de 0,2 mm a 3,8 mm. Eles afirmam, assim como DUMMER *et al.* (10) e WU *et al.* (35), que não há como estabelecer clinicamente a posição da constrição apical durante a terapia endodôntica, uma vez que a abertura foraminal está localizada antes do ápice radicular mas em distâncias variadas. Sua posição seria apenas estimada e a ocorrência de sobreinstrumentação um acontecimento comum.

Em 2009, MARTOS *et al.* (25) realizaram um estudo laboratorial e encontraram a constrição apical localizada de 0,5 a 0,75 mm coronariamente a abertura foraminal e a uma distância média de 0,69 mm do ápice radiográfico. O mesmo estudo encontrou maiores distâncias nos dentes posteriores (0,82 mm), enquanto dentes anteriores apresentaram menores distâncias (0,39 mm).

Influência da Idade na Posição da Junção Cementodentinária

Além do trabalho de KUTTLER (23), citado anteriormente, outros estudos verificaram as diferenças marcantes na espessura do cimento apical, dependendo da idade do indivíduo.

De acordo com AGGARWAL *et al.* (1), a espessura do cimento apical aumenta com a idade e sua mensuração pode ser utilizada na medicina forense para estimar a idade de um indivíduo no momento da sua morte. Ainda de acordo com o autor, o sexo, a presença de doença periodontal e o tipo do dente não afetam o resultado dessa análise.

Segundo TENCATE (32), a mudança gradual que ocorre no cimento ao longo da vida é a base para a estimativa da idade do indivíduo. A medição da sua espessura é um dos métodos mais acurados para estimar a idade de um ser humano. Em 1958, ZANDER & HÜRZELER (36) afirmaram que o cimento é o melhor tecido humano usado para esti-

mar a idade de um indivíduo devido a sua localização única no interior do processo alveolar e sua produção contínua ao longo da vida.

As Quatro Gerações de Localizadores Apicais

De acordo com GUISE *et al.* (16), as variações na morfologia dos ápices dentários estudadas por KUTTLER (23), GREEN (15) e DUMMER *et al.* (10) mostram que a interpretação radiográfica sozinha não é capaz de estabelecer o comprimento de trabalho e a determinação eletrônica é indispensável.

Os localizadores apicais surgiram em 1918, quando CLUSTER (6) idealizou o uso de corrente elétrica para medir o comprimento do canal radicular, porém quase nada foi desenvolvido até o ano de 1942, quando SUZUKI (20) descobriu que, em cães, a resistência elétrica entre um instrumento introduzido no canal radicular e um eletrodo posicionado na mucosa oral registrava um valor constante de aproximadamente 6,5 K Ω . Após esse relato, SUNADA (31) desenvolveu uma série de experimentos em humanos e descobriu que a resistência elétrica entre a membrana mucosa e o ligamento periodontal também era constante, independente da idade do paciente ou do dente avaliado. HUANG (18), em 1987, afirmou que esse princípio não é biológico, e sim físico. Nos anos seguintes, alguns estudos questionaram a acurácia dessas medições feitas na presença de eletrólitos como o hipoclorito de sódio, exsudato inflamatório e sangue (27, 34). Esses primeiros aparelhos que utilizavam a oposição ao fluxo de corrente elétrica contínua, ou seja, valores de resistência elétrica para mensurar o comprimento do canal radicular receberam a denominação de primeira geração.

Os localizadores apicais de segunda geração surgiram em 1980 e passaram a utilizar a oposição ao fluxo de corrente alternada, ou seja, a impedância como forma de mensurar o comprimento do canal radicular (21). Estes localizadores reconhecem a constrição apical como o ponto com o maior valor de impedância (14, 21).

Os localizadores de terceira geração, introduzidos por volta do ano de 1990, são similares aos de segunda geração, exceto pelo fato de utilizarem duas frequências para determinar a posição da constrição apical. Estes localizadores possuem microprocessadores capazes de realizar os cálculos necessários para fornecer leituras exatas (14). As limitações dos localizadores apicais de primeira e segunda gerações incluem pouca acurácia na presença de fluidos e tecido pulpar e necessidade de calibração (33).

Em 1991, surgem os localizadores apicais de quarta geração, aparelhos que utilizam o “ratio method” para localizarem o forame apical. O método consiste na medição simultânea da impedância de duas ou mais frequências separadas, um quociente das impedâncias é obtido e expresso como a posição da lima no interior do canal radicular (22, 21, 33). Estes localizadores realizam medições confiáveis em

presença de eletrólitos, tecido pulpar e não necessitam de calibração (11).

Acurácia dos Localizadores de Quarta Geração

Com o objetivo de avaliar a acurácia dos localizadores apicais de quarta geração, vários estudos *in vivo* e *ex vivo* foram realizados (Tabela I). Em 2005, TSELNIK *et al.* (33) realizaram um estudo *in vivo* comparando a acurácia dos localizadores apicais Root ZX (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América) e Elements Diagnostic (Sybron Endo, Califórnia, Estados Unidos da América). A amostra foi constituída por 36 dentes com vitalidade pulpar indicados para exodontia por motivos ortodônticos. A acurácia dos localizadores em determinar a posição da constrição apical foi de 75% para os dois aparelhos avaliados. GOLDBERG *et al.* (12) compararam *ex vivo* a acurácia de três localizadores apicais em determinar o comprimento do canal radicular em casos de retratamento. Os autores utilizaram o ProPex (Dentsply-Maillefer, Ballaiguess, Suíça), Novapex (Forum Technologies, Rishon Le-Zion, Israel) e Root ZX (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América) e encontraram como resultado 80, 85 e 95% de acurácia, respectivamente, para os três localizadores. Entretanto, não houve diferença estatisticamente entre os localizadores.

No ano de 2006, CUNHA D’ASSUNÇÃO *et al.* (7) realizaram uma pesquisa, *ex vivo*, sobre a habilidade dos localizadores apicais Root ZX (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América) e Novapex (Forum Technologies, Rishon Le-Zion, Israel) em localizar o forame apical. Foram utilizados 40 dentes humanos extraídos e os resultados mostraram uma acurácia de 89,7% para o Root ZX e 82,1% para o Novapex, sem diferença estatisticamente significativa entre os aparelhos. Os autores concluíram que os dois localizadores podem ser utilizados com segurança na localização do forame apical. CUNHA D’ASSUNÇÃO *et al.* (8), compararam *ex vivo* a acurácia dos localizadores apicais Mini Apex Locator (Sybron Endo, Califórnia, Estados Unidos da América) e Root ZX II (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América). A amostra foi composta por 39 dentes humanos extraídos e após as análises realizadas, uma acurácia de 97,44% foi atribuída ao Root ZX II e de 100% para o Mini Apex Locator. Os autores não mencionam a diferença estatística no trabalho.

No ano de 2009, DUH (9) realizou um estudo, *ex vivo*, sobre a acurácia dos localizadores apicais Root ZX (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América), Solfy ZX (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América), TriAuto ZX (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América), DentaPort ZX (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América) utilizando uma amostra de 45 dentes humanos extraídos. Os resultados mostraram que a ponta da lima estava localizada, em média, de 0,10 a 0,19 mm apicalmente à indicação fornecida pela série de localizadores apicais Root ZX. A acurácia



destes localizadores em determinar a localização da constrição apical variou entre 90,48% e 97,62% e não houve diferença estatisticamente significativa entre os aparelhos avaliados. Os autores concluíram que a série Root ZX de localizadores apicais pode determinar com precisão a localização da constrição apical.

GUISE *et al.* (16) realizaram um estudo *ex vivo* comparando a acurácia, em localizar o forame apical, dos localizadores apicais Root ZX II (J Morita, Califórnia, Estados Unidos da América), Elements Diagnostic Apex Locator (Sybron Endo, Califórnia, Estados Unidos da América) e Precision Apex Locator (Brasseler USA, Savannah, Estados Unidos da América). A amostra analisada foi de 40 dentes humanos extraídos e o estudo encontrou uma acurácia de 95% para o Root ZX, 95% para o Precision Apex Locator e 90% para o Elements Apex Locator.

Discussão

Inicialmente, a literatura endodôntica é controversa com relação às estruturas que compõe o terço apical das raízes. Um exemplo disso pode ser verificado quando revisamos os trabalhos sobre a precisão dos localizadores de quarta geração. Alguns autores informam que os localizadores detectam o forame apical, enquanto outros afirmam que é a JCD ou ainda a constrição apical. Esta confusão de termos também está presente nas informações prestadas pelos próprios fabricantes, em seus manuais. O princípio de funcionamento dos localizadores aponta para a JCD como sendo o ponto detectável, uma vez que todos os localizadores necessitam que ocorra o fechamento do do circuito para a detecção e isso acontece no imediato momento em que o instrumento toca o ligamento periodontal, justamente na JCD.

Sabemos que a JCD não pode ser determinada radiograficamente, sendo então os localizadores apicais ferramentas imprescindíveis na determinação do comprimento de trabalho. Os localizadores apicais de quarta geração podem determinar esse ponto com uma precisão que varia de 75% a 100% (Tabela I).

Segundo ALVES *et al.* (2), na ausência de localizadores apicais, devemos limitar a obturação a cerca de 1 mm aquém do ápice radiográfico visto que, essa é a média de distanciamento da JCD ao ápice radicular reportada pela literatura.

Outra questão intrigante é a existência de uma possível relação da idade do paciente e a posição da JCD, conforme reportada pelo trabalho clássico de KUTTLER (23). Até o momento, não existem referências bibliográficas que analisaram a fundo esta questão, com relação a suas implicações clínicas na determinação do comprimento de trabalho. Mas, em uma breve análise, compreendemos melhor o porquê de algumas vezes, os localizadores apontarem a JCD em dis-

tâncias do ápice significativamente maiores que 1 mm. Além da possibilidade de existirem canais laterais, acessórios e secundários, a questão da idade deve ser levada em conta nestes casos.

Indiscutivelmente, os localizadores apicais de quarta são superiores aos seus antecessores. Agora, independente do aparelho utilizado, a radiografia periapical é indispensável para a interpretação da medida. A combinação do método eletrônico com o radiográfico auxilia na tomada de decisão quanto ao comprimento de trabalho, uma vez que devemos sempre levar em consideração a possibilidade de existirem reabsorções apicais, ramificações e múltiplas foraminas apicais (Figura 2).

Embora a discussão quanto ao limite apical de trabalho seja grande, sabemos que o mais importante para o sucesso dos tratamentos é a eliminação da infecção, independente do comprimento de trabalho adotado. É claro que se não atingirmos toda a extensão do canal radicular, nossas chances de desinfetar o sistema são menores. Por outro lado, o trabalho até o forame apical (cl clinicamente, o ápice dentário na maioria das vezes) também implica em maiores chances de extravasamento de materiais, soluções ou medicamentos, aumentando a ocorrência de dor. 

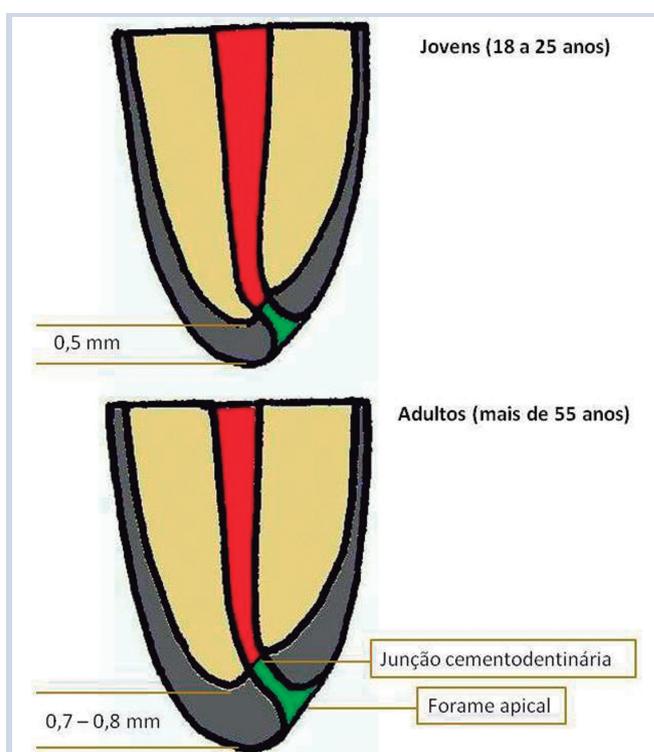


Figura 1

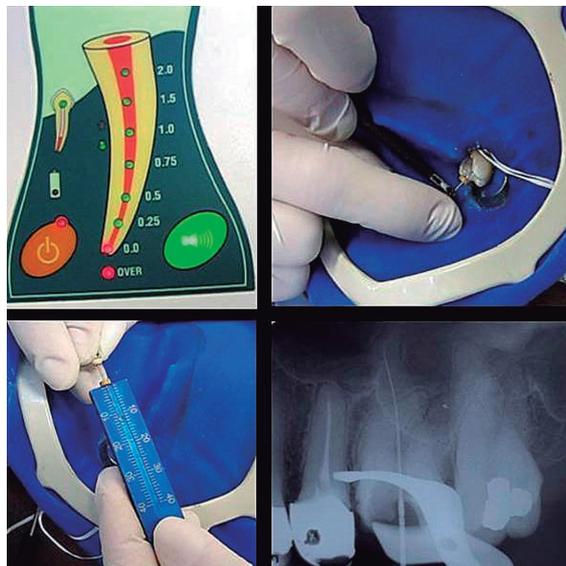


Figura 2

Autor(es)	Ano	Tipo de estudo	Localizador	Acurácia	Diferença estatística
Tselnik <i>et al.</i>	2005	<i>In vivo</i>	Root ZX	75%	Não
			Elements Diagnostic	75%	
Goldberg <i>et al.</i>	2005	<i>Ex vivo</i>	ProPex	80%	Não
			Novapex	85%	
			Root ZX	95%	
Cunha D'Assunção	2006	<i>Ex vivo</i>	Root ZX	89,7%	Não
			Novapex	82,1%	
Cunha D'Assunção	2007	<i>Ex vivo</i>	Mini Apex Locator	100%	Não
			Root ZX	97,44%	
Duh	2009	<i>Ex vivo</i>	Root ZX	90,48% a 97,62%''	Não
			Solf ZX		
			TriAuto ZX		
			DentaPort ZX		
Guiese <i>et al.</i>	2010	<i>Ex vivo</i>	Root ZX II	95%	Não
			Elements Diagnostic	90%	
			Precision Apex Locator	95%	

Referências Bibliográficas

- AGGARWAL, P., SAXENA, S., BANSAL, P. Incremental lines in root cementum of human teeth: An approach to their role in age estimation using polarizing microscopy. *Indian. J. Dent. Res.* 2008; 19: 326-30.
- ALVES, F. R. F., SIQUEIRA, J. F., LOPES, H. P. O terço apical da raiz: características morfológicas, microbiota e considerações terapêuticas. *RBO.* 2005; 62: 172-6.
- BAUGH, D., WALLACE, J. The role of apical instrumentation in root canal treatment: A review of the literature. *J. Endod.* 2005; 31: 333-40.
- BURCH, J. G., HULEN, S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 1972; 34: 356-8.
- CHAPMAN, C. E. A microscopic study of the apical region of human anterior teeth. *J. Br. Endodont. Soc.* 1969; 3: 52-8.
- CLUSTER, L. E. Exact method of locating the apical foramen. *J. Natl. Dent. Assoc.* 1918; 5: 815-9.
- CUNHA D'ASSUNÇÃO, F. L., ALBUQUERQUE, D. S., FERREIRA, L. C. The ability of two apex locators to locate the apical foramen: an in vitro study. *J. Endod.* 2006; 32: 560-2.
- CUNHA D'ASSUNÇÃO, F. L., ALBUQUERQUE, D. S., SALAZAR-SILVA, J. R. *et al.* The accuracy of root canal measurements using the

- Mini Apex Locator and Root ZX II: na evaluation in vitro. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Oral Endod. 2007; 104: e50-e53.
9. DUH, B. In vitro evaluation of the accuracy of Root ZX series electronic apex locators. J. Dent. Sci. 2009; 4: 75-80.
 10. DUMMER, P. M. H., MCGINN, J. H., RESS, D. G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. Int. Endod. J. 1984; 17: 192-8.
 11. ELAYOUT, A., DIMA, E., OHMER, J. Consistency of apex locator function: a clinical study. J Endod. 2009; 35: 179-81.
 12. GOLDBERG, F., MARROQUÍN, B. B., FRAJLICH, S. *et al.* In vitro evaluation of the ability of three apex locators to determine the working length during retreatment. J. Endod. 2005; 31: 676-8.
 13. GONÇALVES REAL, D., DAVIDOWICZ, H., MOURA-NETTO, C. *et al.* Accuracy of working length determination using 3 electronic apex locators and direct digital radiography. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Oral Endod. 2010; 111: e44-e49.
 14. GORDON & CHANDLER. Electronic apex locators. Int. Endod. J. 2004; 32: 425-37.
 15. GREEN, D. Stereomicroscopic study of 400 root apices of maxillary and mandibular anterior teeth. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1956; 9: 1224-32.
 16. GUISE, G. M., GOODELL, G. G., IMAMURA, G. M. J. Endod. 2010; 36: 279-81.
 17. GUTIERREZ, J. H., AGUAYO, P. Apical foraminal openings in human teeth. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Oral Endod. 1995; 79: 769-77.
 18. HUANG, L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. J. Endod. 1987; 13: 60-4.
 19. SIMON, J. H. S. The Apex: how critical is it? Gen. Dent. 1994; 42: 330-4.
 20. SUZUKI, K. Experimental study on iontophoresis. J. Jap. Stomatol. 1942; 16: 411.
 21. KIM, E., LEE, S. J. Electronic apex locator. Dent. Clin. North. Am. 2004; 48: 35-54.
 22. KOBAYASHI, C., SUDA, H. New electronic canal measuring device based on ratio method. J. Endod. 1994; 20: 111-4.
 23. KUTTLER, Y. Microscopic investigation of root apices. J. Am. Dent. Assoc. 1995; 50: 544-52.
 24. LOPES, H. P., SIQUEIRA JR., J. F. Endodontia: biologia e técnica. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2010; p. 433-42.
 25. MARTOS, J., FERRER-LUQUE, C. M., GONZÁLEZ-RODRÍGUES, M. P. *et al.* Topographical evaluation of the major apical foramen in permanent human teeth. Int. Endod. J. 2009; 42: 329-34.
 26. MIZUTANI, T., OHNO, N., NAKAMURA, H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. J Endod. 1992; 18: 344-7.
 27. O'NEILL, L. J. A clinical evaluation of electronic root canal measurement. Oral Surg. 1974; 38: 469-73.
 28. RICUCCI, D., LANGELAND, K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation. Int. Endod. J. 1998; 31: 394-409.
 29. SCHILDER, H. Filling root canals in three dimensions. Dent. Clin. North. Am. 1967; 11: 723-44.
 30. STEIN, T. J., CORCORAN, J. F. Anatomy of the root apex and its histologic changes with age. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 1990; 96: 238-42.
 31. SUNADA, I. New method for measuring the length of the root canals. J. Dent. Res. 1962; 41: 375-87.
 32. TENCATE, A. The estimation of age of skeletal remains from color of roots of teeth. J. Can. Dent. Assoc. 1977; 2: 83-6.
 33. TSELNIK, M., BAUMGARTNER, C., MARSHALL, J. G. An evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic Apex Locators. J. Endod. 2005; 31: 507-9.
 34. USHIYAMA, J. New principle and method for measuring the root canal length. J. Endod. 1983; 9: 97-104.
 35. WU, M., WESSELINK, P. R., WALTON, R. E. Apical terminus location of root canal treatment procedures. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Oral Endod. 2000; 89: 99-103.
 36. ZANDER, H. A., HÜRZELER, B. Continuous cementum apposition. J. Dent. Res. 1958; 37: 1035-44.

Recebido em: 12/05/2011 / Aprovado em: 10/06/2011

Thais Medeiros da Silva

Professor Taciell Cylleno, 675/202 - Recreio dos Bandeirantes

Rio de Janeiro/RJ, Brasil - CEP: 22790-010

E-mail: thaismedeiros@globocom