

Júlio César Bento dos Santos

**ANÁLISE COMPARATIVA, *IN VITRO*, DA EFICIÊNCIA NA
ODONTOMETRIA DE TRÊS LOCALIZADORES APICAIS
(ROOT ZX, BINGO 1020 E NOVAPEX).**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de Endodontia.

PIRACICABA
2005

Júlio César Bento dos Santos

**ANÁLISE COMPARATIVA, *IN VITRO*, DA EFICIÊNCIA NA
ODONTOMETRIA DE TRÊS LOCALIZADORES APICAIS
(ROOT ZX, BINGO 1020 E NOVAPEX).**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como um dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Clínica Odontológica, área de Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho

Banca:

Prof. Dr. Waldocyr Simões

Prof. Dr. Marcione Reis Luiz

Prof. Dr. Luiz Valdrighi

Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes

PIRACICABA
2005

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**
Bibliotecário: Marilene Girello – CRB-8ª. / 6159

Sa59a Santos, Júlio César Bento dos.
Análise comparativa, *in vitro*, da eficiência na odontometria de
três localizadores apicais (Root ZX, Bingo 1020 e Novapex). /
Júlio César Bento dos Santos. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2005.

Orientador: Francisco José de Souza Filho
Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

**1. Radiografias. 2. Odontometria. 3. Localizador
apical. I. Souza Filho, Francisco José de. II. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de
Piracicaba. III. Título.**

(mg/fop)

Título em inglês: Comparative analyses *in vitro* of the accuracy of three apex locator (Root ZX, Bingo 1020, Novapex)

Palavras-chave em inglês (*Keywords*): 1. Radiography; 2. Odontometry; 3. Apex locator

Área de concentração: Endodontia

Titulação: Doutor em Clínica Odontológica

Banca examinadora: Francisco José de Souza Filho; Waldocyr Simões; Marccone Reis Luiz; Luiz Valdrighi; Brenda Paula Figueiredo de Almeida Gomes

Data da defesa: 28/02/2005

Dedico este trabalho à **Adriana, Clara e Laura**, tripé que sustenta e estimula as nossas aspirações e conquistas.

Agradeço Especialmente

Ao Prof. Dr. Francisco José de Souza Filho pela orientação segura e uma mão amiga nos momentos necessários.

Ao Prof. Dr. Luiz Valdrighi que com sua experiência e serenidade determinou caminhos que deveriam ser trilhados.

À Profa. Dra. Brenda Paula Figueiredo A. Gomes por ter aberto as portas da disciplina e ter nos incentivando sempre.

Aos meus pais José e Maria José e **aos irmãos** José Luiz, Rita, Jairo,

João e Rogério.

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do **Prof. Dr. Talles Rocha de Matos Filho**, onde tive oportunidade de dar um importante passo rumo ao crescimento científico e profissional.

Ao Prof. Dr. Alexandre Augusto Zaia, que com sua experiência e espírito de liderança se prontificou a nos atender nos momentos que foi solicitado

Ao Prof. Dr. Caio César Randi Ferraz, jovem pesquisador porém pertinaz na sua busca, servindo de estímulo às nossas aspirações.

Ao Prof. Dr. Fabrício Batista Teixeira, com sua vivência em questões clínicas nos auxiliou nas dúvidas do cotidiano.

Aos colegas e companheiros do curso de pós-graduação pela constante ajuda dos pequenos e dos grandes detalhes, **Érica Pinheiro, Ezilmara Rolim, Cícero Gadê, Eduardo Gurgel, Alexandre Heck, Adelmo Souza Filho, Egas de Aragão e Ronaldo Rodrigues**.

Às colegas **Juliana Santos, Vanessa Berber e Ana Carolina Lima** pela competente avaliação das radiografias.

Aos funcionários do laboratório da endodontia **Rubens, Aparecida, Denise e Adailton** sempre nos auxiliando nos detalhes de laboratório e nas questões burocráticas.

Aos funcionários da **Orocentro – Itapetininga**, pela colaboração nos momentos que ali estivemos, na elaboração de alguns dados para esse trabalho.

À **Dra. Marta Morais** pela doação dos dentes utilizados para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao Engenheiro **Eduardo Bueno** pelos valiosos esclarecimentos acerca de conceitos básicos de eletricidade e mecânica.

“No meio do caminho tinha uma pedra
tinha uma pedra no meio do caminho
tinha uma pedra
no meio do caminho tinha uma pedra.

Nunca me esquecerei desse acontecimento
na vida de minhas retinas tão fatigadas.
Nunca me esquecerei que no meio do caminho
tinha uma pedra
Tinha uma pedra no meio do caminho
no meio do caminho tinha uma pedra.”

Carlos Drummond de Andrade

SUMÁRIO

RESUMO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REVISÃO DA LITERATURA	5
3 PROPOSIÇÃO	29
4 MATERIAL E MÉTODOS	30
5 RESULTADOS	47
6 DISCUSSÃO	56
7 CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS	61
ANEXO	69

RESUMO

A presente pesquisa teve por finalidade avaliar, *in vitro*, a eficácia dos localizadores apicais, Bingo 1020, Novapex e Root ZX, nas posições 1mm aquém do ápice e na posição 0 (zero). Comparar a odontometria eletrônica na posição 0 com a medida real dos dentes. Comparar a odontometria radiográfica com a odontometria eletrônica utilizando o Bingo 1020 na posição 1mm aquém do ápice e na posição 0. Para tanto foram utilizadas 71 raízes de molares humanos, extraídos, com rizogênese completa e sem sinais de fratura apical. Dos molares inferiores utilizou-se raízes mesiais e dos molares superiores as raízes vestibulares. Foi realizada a abertura coronária . Após a radiografia, sendo essa o segundo critério de seleção, os dentes foram colocados em uma plataforma para a odontometria eletrônica. Essa plataforma teve a finalidade de manter os dentes em posição, com os respectivos ápices em contato com uma solução salina . A exploração do canal foi realizada com as limas 10 e 15 e a odontometria com a lima 20, sendo que a medida real foi obtida com lupa de aumento de 2,5 vezes , considerando a posição em que a lima emergia da constrição apical. A primeira medida eletrônica foi realizada na posição em que o localizador apical marcou 1mm aquém do ápice. A segunda medida, na posição 0. Esse procedimento foi realizado com os três localizadores apicais, perfazendo um total de 213 medidas na posição 1mm e 213 medidas na posição 0. Quarenta e quatro canais foram utilizados para avaliação radiográfica. O cálculo estatístico demonstrou que os localizadores apicais Bingo 1020, Novapex e Root ZX não foram significativamente diferentes entre si, nas medidas 1mm aquém do ápice e na posição 0mm, nas condições da pesquisa. Na comparação com a medida real o Root ZX apresentou uma maior porcentagem de aproximação, embora não significante, nos desvios de 0,5 mm e 0,75mm. Na odontometria radiográfica, considerando três avaliadores, houve diferença estatisticamente signicante em dois, em relação à odontometria eletrônica com o localizador apical Bingo 1020.

Palavras chave; Localizadores apicais, root zx, bingo 1020, novapex, radiografias.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate, *in vitro*, the measurement efficiency of the apex locators known as Bingo 1020, Novapex and Root ZX, at the positions of 1mm and 0mm from the apex; compare the electronic measurement at 0mm with the real measurement of the teeth; and compare the radiographic root canal measurement to the electronic measurement obtained by the Bingo 1020. For this, 71 extracted human molar roots, presenting complete root formation and no signs of apical fracture were selected and only the mesial roots of the inferior molars and the buccal roots of the superior molars were included in the study. The teeth were embedded in a resin ring and coronary access and radiographs were performed. After tooth radiography, considered the second criteria for selection, these were placed upon a platform for electronic root measurement. Such platform had the finality to maintain the teeth in position, with the respective apices in contact with saline solution. Canal exploration was accomplished using files #10 and 15#, root measurement was performed with a file #20, and the real root measurement was determined when file emergence from the apical constriction was observed using a 2.5X magnifying glass. The first electronic measurement was made when the apex locator marked 1mm from the apex. The second measurement was noted at 0mm. Such sequence was performed using the three apex locators, adding up to a total of 213 measurements at 1mm and at 0mm from the apex. Forty-four root canals were used for radiographic evaluation. Statistic evaluation demonstrated that the apex locators Bingo 1020, Novapex and Root ZX were not statistically different among each other at the measurements of 1mm and 0mm from the apex under the conditions of this experiment. During the comparison with real root measurements, Root ZX presented the highest percentage approximation, although not statistically significant during deviation of 0.5mm and 0.75mm. Three different evaluators revealed significant statistical difference among two, when radiographic root measurement were compared to the Bingo 1020 apex locator.

Key words: apex locator, root zx, bingo 1020, novapex, radiographs.

1 - INTRODUÇÃO

Está estabelecido que o nível da obturação do canal radicular é um dos principais fatores no sucesso da terapia endodôntica. O ponto que a obturação do canal deve atingir será guiado pela odontometria, que pode ser radiográfica e/ou eletrônica, sendo que esta é realizada com o uso dos localizadores apicais. Esses equipamentos foram introduzidos na endodontia por Sunada (1962), utilizando conceitos preconizados por Suzuki (1942). Desde então, os localizadores apicais vêm sofrendo alterações com o intuito de melhorar a sua eficiência. Prova disso, é que em 1994 foram introduzidos os chamados localizadores de 3ª geração, a partir de conceitos preconizados por Kobayashi & Suda (1994), que impedem variações bruscas na odontometria em função das substâncias auxiliares nos preparos químico-mecânicos. Vários fabricantes lançaram localizadores no mercado, sendo que o equipamento precursor da chamada 3ª geração foi o Root ZX (J. Morita – Japão), juntamente com o Apit (Osada Electronics, Tokyo, Japão). O Root ZX passou por exaustivas pesquisas comprovando a sua eficácia. O localizador Bingo 1020 já foi submetido a avaliações por Kaufman *et al.* (2002) em relação ao Root ZX. Os resultados mostraram similaridade entre ambos os aparelhos. No entanto, outros trabalhos devem ser realizados com o intuito de reavaliar esse localizador. Um novo equipamento introduzido recentemente no mercado, o Novapex, tornou a aquisição do localizador ainda mais acessível. Contudo, ainda não estão disponíveis trabalhos que possam balizar a eficácia desse aparelho frente aos demais citados.

Somada à comprovada melhora na qualidade da odontometria eletrônica em relação à odontometria radiográfica, temos a diminuição da dose de radiação durante o tratamento endodôntico. Alguns autores demonstraram que a odontometria radiográfica é guiada pelo ápice radicular, não pela constrição apical e/ou o forame apical. Isso pode acarretar discrepâncias com relação à determinação do ponto ideal do limite de trabalho durante a terapia endodôntica. No entanto, algumas variáveis podem diminuir a eficácia dos localizadores apicais,

desse modo, a radiografia torna-se um auxiliar na determinação do comprimento de trabalho, embora sabendo das limitações desse método. Como relatado por alguns autores, os métodos eletrônico e radiográfico podem ser complementares. Assim sendo, a posição radiográfica da lima durante a odontometria pode ser comparada com a posição indicada pelo localizador apical, testando a probabilidade de estabelecer protocolos de avaliação em ambos os métodos.

Os localizadores apicais, de maneira geral, trazem no painel indicativo a posição da lima no interior do canal radicular em relação à constrição apical. Essa posição pode ser 1 mm aquém da constrição ou posição zero, a qual indica a constrição apical, segundo o fabricante. No entanto, aparelhos diferentes podem indicar a mesma medida, sem contudo serem efetivamente coincidentes. Deve-se buscar procedimentos em que todos os aparelhos demonstrem as mesmas medidas eletrônicas e nos quais essas medidas sejam coincidentes na mensuração real. Se isto não ocorrer, se faz necessário testar se as discrepâncias apresentadas pelas diversas marcas comerciais não comprometem a qualidade da odontometria e por, conseqüência, da terapia endodôntica.

2 - REVISÃO DA LITERATURA

Suzuky (1942), em um estudo em dentes de cães, indicou que a resistência elétrica entre um instrumento inserido no canal e um eletrodo aplicado na mucosa oral tinha um valor constante.

Kutler (1955), em um trabalho intitulado *Investigação microscópica dos ápices radiculares*, utilizou duzentos e sessenta e oito dentes humanos extraídos, dos quais 95% foram obtidos de cadáveres. Os dentes não tinham lesão apical e apresentavam oclusão normal, alguns tinham cárie superficial. Os dentes foram divididos em 2 grupos, baseados na idade dos portadores dos dentes submetidos às extrações: de 18 a 25 anos e acima de 58 anos. Dentre várias conclusões, o autor definiu uma distância média da linha demarcatória do limite CDC até o forame apical de 524 microns no primeiro grupo e 659 microns no segundo grupo.

Em um trabalho pioneiro, Sunada (1961), utilizando um aparelho capaz de medir a miliamperagem, determinou a resistência elétrica existente entre o canal e a mucosa bucal. O autor utilizou quatro experimentos, *in vivo*, para verificar se essa resistência poderia ser utilizada na determinação da odontometria:

1: Determinação da resistência elétrica entre a mucosa oral e a membrana periodontal;

2: Relação entre a ponta da lima e o ápice quando o aparelho mostra $6.5K\Omega$ ($40\mu A$);

3: Resistência elétrica quando a ponta da lima permanece no canal;

4: Relação entre a resistência elétrica e a posição da ponta da lima na porção apical do canal e além do ápice;

O autor concluiu que a odontometria poderia ser realizada através do uso do equipamento utilizado no experimento e determinou um valor constante de

resistência de $6.5K\Omega$ (corrente $40\mu A$) quando a lima tocava o ápice através do canal, independentemente da idade do paciente, forma e tamanho do dente.

Palmer *et al.* (1971) utilizaram 40 dentes extraídos, escolhidos aleatoriamente, cuja porção apical foi recoberta com bolas de algodão. As limas foram ajustadas até a posição apical indicada na radiografia e foram fixadas nesta posição; removidas as peças de algodão realizou-se macrofotografias. Os autores encontraram 20 casos em que a lima ultrapassou 1mm; em alguns casos a lima ultrapassou 2,5mm.

Bramante & Berbert (1974) compararam quatro métodos de odontometria: Best, Bregman, Ingle e Sunada. Foram utilizados duzentos e vinte e quatro dentes que foram extraídos após as quatro medidas, com o intuito de realizar a medida real. A análise estatística demonstrou que o método de Ingle foi superior em relação aos outros; contudo o método de Sunada deu resultados mais precisos nas raízes palatinas de molares e pré-molares superiores.

O'Neill (1974), na tentativa de avaliar a precisão clínica da medida eletrônica, utilizou 53 dentes. Os dentes foram extraídos e a medida real dos dentes foi obtida. Em 83% dos canais a medida foi idêntica. Em 17% dos canais existiu uma variação de 0,5mm. Nos casos em que ocorreu a discrepância, a medida eletrônica foi a mais curta das duas.

Busch *et al.* (1976) realizaram medidas em 72 dentes unirradiculados usando o localizador apical Sono-Explorer. Radiografias foram obtidas para verificar a precisão da medida eletrônica. Em 93,3% dos casos, o Sono-Explorer deu medidas com variação de 0,5 mm a mais ou a menos.

Becker *et al.* (1980), em um estudo, utilizaram hemimandíbulas suínas para odontometria através do localizador apical Forameter. As medidas foram feitas independentemente por 3 observadores e foram comparadas com radiografias de odontometria e com a observação direta após a extração. Sob as condições experimentais, as medidas eletrônicas não foram melhores que a odontometria radiográfica

Farber & Bernstein (1983) realizaram um estudo para avaliar a alteração da medida eletrônica antes e depois da instrumentação do canal. Noventa e sete canais foram medidos com o Sono-Explorer antes e depois da instrumentação. Cinquenta canais mostraram alguma mudança, mas em dois a segunda medida foi mais curta que a primeira. A média de encurtamento de todos os canais foi de 0,4mm.

Aurelio *et al.* (1983) desenvolveram um modelo experimental para o estudo de localizadores apicais, *in vitro*. O modelo consiste em um tubo de poliestireno com uma solução salina, um dente extraído e o localizador apical.

Ushiyama (1983) descreveu um novo método para a localização da constrição apical e do forame, *in vitro*, utilizando dentes humanos extraídos. O autor testou um modelo de aparelho no qual utilizava vários tipos de eletrodos que foram colocados no interior do canal radicular. Os resultados indicaram a possibilidade do uso clínico do método.

Berman & Fleischman (1984) avaliaram a eficácia do localizador apical Neosono para localização do forame em 24 dentes humanos com o ápice formado e 5 dentes em formação. Os resultados foram obtidos através da microscopia direta e da medida radiográfica. Os localizadores foram precisos nos dentes com o ápice formado, mas foram imprecisos nos dentes com rizogênese incompleta.

Dummer *et al.* (1984) estudaram 270 dentes extraídos de pacientes com idade desconhecida avaliando a relação do forame com o ápice e a distância do forame à constrição apical. Além disso, os autores estudaram a topografia da região apical sob um aumento de 20x. A média da distância ápice forame foi de 0,38 mm e a média de distância ápice constrição foi de 0,89 mm. Foram encontradas quatro tipos de constrição. O estudo confirma que a visão precisa da constrição é impossível durante a terapia endodôntica, mas indica que uma combinação de métodos pode ser mais produtiva que um procedimento isolado.

Alguns conceitos relacionados a eletricidade devem ser definidos para que se entenda melhor o funcionamento dos localizadores apicais. Segundo

Gussow (1985), define-se por tensão contínua aquela cujo valor não se altera em função do tempo. A tensão contínua, quando aplicada a um circuito resistivo, gera uma corrente contínua. Define-se por resistência a oposição ao fluxo da corrente elétrica. A resistência é medida em ohm, e representada por Ω . Para circuitos em que se utiliza Cc (corrente contínua), os valores de resistência observados são puramente resistivos. A correlação entre tensão, corrente e resistência se dá segundo a Lei de OHM da seguinte forma:

$$V = R \times I$$

Onde:	símbolo
V= Tensão (Volts)	V
R= Resistência (Ohms)	Ω
I= Corrente (Ampére)	A

Define-se por tensão alternada aquela cujo módulo varia continuamente e cuja polaridade é invertida periodicamente. A forma de onda da tensão é chamada de onda senoidal. Quando aplicamos a tensão alternada a um circuito puramente resistivo, as variações de corrente ocorrem em fase com a tensão aplicada e a relação entre V e I pode ser analisada pelo mesmo método utilizado para circuitos CC. Portanto, a Lei de Ohm pode ser utilizada em circuitos CA considerando-se normalmente os valores rms, também chamado de valor eficaz ($rms = 0,707 \times$ valor de pico). O número de ciclos por segundo com que a corrente varia é chamado freqüência, que é representada pelo símbolo f e é dada em hertz (Hz). A Corrente alternada fornecida pela companhia de geração de energia em nosso país possui uma freqüência de 60 Hz.

Elêtricamente, a capacitância é a capacidade de armazenamento de carga elétrica. A unidade de capacitância é o farad (F).

A Reatância Capacitiva X_c é a oposição ao fluxo de corrente CA devido à capacitância no circuito. A unidade de reatância capacitiva é o ohm.

Pode-se calcular a reatância capacitiva através da equação:

$$X_c = 1 / 2\pi f C$$

Onde:

X_c = Reatância Capacitiva (Ω)

f = frequência (Hz)

C = Capacitância (F)

Impedância é a soma de todas as resistências contidas no circuito; resistência + reatâncias . A impedância é representada pela letra (Z) e sua unidade é o ohm . A impedância em circuitos RC série (resistivo e capacitivo) pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

Huang (1987) realizou cinco experimentos: No experimento 1, a medida eletrônica do canal foi realizada *in vitro* e *in vivo*. As medidas foram coincidentes. O experimento 2, o procedimento mencionado anteriormente foi repetido com o canal com uma solução salina. Os resultados mostraram que a precisão foi influenciada por dois fatores: o conteúdo do canal e o diâmetro do forame apical. Nos experimentos 3 e 4 foi demonstrada a importância de manter o canal seco e o calibre do forame apical. No experimento 5, um tubo de vidro foi usado no lugar do dente. Quando o diâmetro de tubo foi menor que 0,4mm, os resultados foram similares aos resultados dos dentes. Fundamentando-se nestes

experimentos, uma base pura de princípios físicos para a medida eletrônica do canal foi sugerida.

No desenvolvimento de um modelo *in vitro*, Nahmias *et al.* (1987) utilizaram um modelo para avaliar a precisão de três localizadores apicais, Sono-Explorer, C.L. Meter e Neosono-D. O experimento consistia de um tubo de poliestireno contendo 0.2 mg de ágar e 100 mL de solução salina. Esta solução envolveu toda a raiz dos dentes testados, a exemplo do ligamento periodontal. Uma lima foi introduzida no interior do canal até o aparelho indicar que havia atingido o forame apical. Um grupo controle, no qual o comprimento de trabalho foi estabelecido radiograficamente 1 mm aquém do ápice, foi utilizado. Nesse grupo controle os localizadores mediram de maneira satisfatória a uma distância média de 0,233 do ápice anatômico, em média. Não houve diferença considerável entre os 3 localizadores. Esse estudo indica que os localizadores apicais são muito precisos na determinação do forame apical. Além disso, os autores afirmam que o modelo experimental serve como técnica para ensino.

Ushiyama *et al.* (1988), baseados em trabalho prévio de Ushiyama (1983), estudaram a aplicabilidade do gradiente de voltagem para medida de dentes humanos *in vitro*. O uso clínico do método foi testado em dentes indicados para a extração. O método foi baseado no princípio de que a densidade da corrente através do eletrólito no interior do canal é maior no ponto mais constrito e menor no forame apical. Os dados obtidos através das investigações clínicas demonstraram que a localização da constrição apical pode ser diretamente determinada independentemente do dente e das variações morfológicas da constrição apical.

Fouad & Krell (1989) compararam 5 localizadores apicais, *in vitro* (Exact-a-pex, Endocater, Neosono-D, Apex Finder e Sono Explorer). Os autores consideraram a precisão da medida antes e após a instrumentação e a condutividade de cones de guta percha específicos. Foram utilizados 5 irrigantes durante o preparo: etanol, peróxido de hidrogênio, xilocaína, hipoclorito de sódio e sangue. Foram utilizados 20 dentes extraídos e os autores não encontraram

diferenças significantes entre os 5 aparelhos localizadores apicais. Contudo, os piores resultados foram obtidos quando hipoclorito de sódio e sangue estavam presentes no canal.

Em um trabalho utilizando 5 localizadores apicais (Exact-apex, Endocater, Neosono-D, Apex Findere Sono-Explorer) em 20 dentes unirradiculados com indicação para extração, Fouad *et al.* (1990) correlacionaram a precisão da medida do canal, com desvio de $\pm 0,5\text{mm}$, com a odontometria radiográfica. Os autores salientaram que a radiografia para a verificação da odontometria ainda se fazia necessária.

Stein *et al.* (1990) utilizaram o localizador apical Neosono-D para odontometria em 47 dentes indicados para extração. A lima foi colocada a 0,5 mm, indicado pelo localizador apical, fixada com resina e o dente extraído posteriormente. Os autores concluíram que quanto maior o forame apical maior a discrepância apresentada pelo localizador apical.

Com o intuito de padronizar radiografias de dentes *in vitro*, Sydney *et al.* (1991) desenvolveram uma plataforma de fácil confecção a partir de uma abraçadeira, um pedaço de régua, um compartimento da forma de gelo e uma tampa de caixa de guta percha.

Através de duas técnicas radiográficas, periapical e panorâmica, Rohlin *et al.* (1991) comparam a precisão do diagnóstico de lesões periapicais. Foram utilizados no estudo quinze avaliadores, 5 endodontistas, 5 radiologistas e 5 clínicos gerais, e foram selecionados 60 pacientes com idade entre 23 e 82 anos. As radiografias periapicais foram obtidas utilizando a técnica do paralelismo e filme E-speed. As panorâmicas foram obtidas utilizando o ortopantomógrafo OP5 Palomex (Intrumentarium Corp. Helsinki, Finland) e ecrans de velocidade do grupo 4-5. Foram escolhidos um total de 117 dentes. Na radiografia panorâmica, os filmes foram duplicados e em uma delas foi recortada uma área de 3X4 cm envolvendo o dente de interesse para análise. As coroas e cavidades pulpares dos dentes avaliados foram cobertas por um material opaco para que não se soubesse o estado da coroa e se o dente havia sido submetido a tratamento endodôntico.

Os autores chegaram aos seguintes resultados: quando os avaliadores eram os radiologistas, houve uma diferença significativa entre as duas técnicas: as radiografias periapicais foram mais eficientes. Quando os avaliadores eram os endodontistas e os clínicos gerais, não houve diferença estatisticamente significativa entre as duas técnicas.

Olson *et al.* (1991) realizaram um estudo *in vitro* para avaliar a capacidade da radiografia de determinar a localização do forame apical. A ponta de um instrumento endodôntico foi posicionada no forame de cada canal em 117 dentes humanos extraídos (213 canais) e em 56 dentes (92 canais) dentro dos alvéolos de mandíbulas maceradas. Radiografias na técnica do paralelismo foram utilizadas. A ponta do instrumento aparentava estar na superfície da raiz (forame apical) em 82% dos canais. Não existiu diferença significativa nos resultados entre os dentes radiografados nas mandíbulas maceradas e os dentes extraídos.

McDonald (1992) realizou uma revisão da literatura acerca da odontometria eletrônica onde descreve os localizadores apicais utilizados até a realização do trabalho. Os primeiros aparelhos utilizavam a medida da resistência elétrica quando a lima era introduzida no interior do canal radicular e penetrava até a região apical. Um segundo conceito foi introduzido utilizando a medida da impedância no circuito formado com a lima no interior do canal radicular, nesse caso já foi empregada a corrente alternada. Utilizando esse mesmo tipo de corrente, o autor descreve um terceiro conceito onde se utiliza a razão entre duas impedâncias. Esse princípio contornou algumas limitações que ocorriam até então, no tocante ao uso dos localizadores apicais, tornando os equipamentos mais precisos e confiáveis.

Fouad *et al.* (1993) compararam a precisão do Endex em relação ao Exact-a-pex, Sono Explorer Mark III e Neosono-D. Ainda foi considerada a variação de irrigadores (canal seco, etanol, xilocaína, e hipoclorito de sódio) e o diâmetro do forame. O Endex mostrou-se superior em relação aos demais localizadores, especialmente quando o forame se apresentava maior.

Hembrough *et al.* (1993) compararam a precisão do localizador apical Sono-Explorer Mark III com a radiografia e com a medida anatômica direta. Foram utilizados 26 dentes: primeiros e segundos molares superiores com indicação para extração. Os resultados indicaram que houve alta porcentagem de medidas aceitáveis das radiografias em relação ao localizador apical (88,5% para 73,1%). Adicionalmente, medidas eletrônicas imprecisas tendiam a resultados maiores. Os resultados deste estudo não recomendam a substituição das radiografias de odontometria pelos localizadores apicais em terapia endodôntica.

Rivera & Seraji (1993) avaliaram o efeito da recapitulação na precisão da medida eletrônica do canal radicular, utilizando o localizador Neosono-D. A proposta do estudo foi: (1) comparar a medida real e a medida eletrônica antes e depois da instrumentação; (2) avaliar a precisão da medida eletrônica dos canais racapitulados e não racapitulados. Foram utilizados 30 dentes extraídos para o trabalho, 15 dentes foram racapitulados e 15 não. Os resultados mostraram que a média eletrônica versus medida real foi: 1) 63% mais longa, 23% igual e 13% mais curta antes da instrumentação 2) 30% foi mais longa, 0% igual e 70% mais curta depois da instrumentação 3) a instrumentação causou um encurtamento médio de 0,63 mm e 4) a recapitulação de canais não patentes foi necessária para obter a leitura com o localizador apical.

Donnelly (1993) descreveu como construir e usar um modelo simplificado para demonstrar ao operador o modo de utilizar os localizadores apicais. O dispositivo consiste de um frasco com gelatina sendo os dentes mergulhados nessa gelatina para realizar a odontometria *in vitro*. O modelo foi efetivo e mais econômico que aqueles previamente descritos.

Kobayashi & Suda (1994) salientaram que o grande obstáculo para o uso dos localizadores apicais é a presença de eletrólitos no interior do canal radicular, o que pode dar uma medida menor ou, algumas vezes, tornar impossível realizá-la. Para contornar essa dificuldade, um novo conceito de localizador apical foi desenvolvido. O novo aparelho mede a razão das duas impedâncias de correntes com duas frequências. Então, a razão entre os dois potenciais

proporcionais é calculada para cada impedância. O quociente é mostrado no medidor do aparelho e representa a posição da lima no canal. O presente estudo verificou que o quociente foi apenas alterado na presença de eletrólitos no canal e que diminuiu consideravelmente quando a ponta da lima aproximou do forame apical.

Czerw *et al.* (1994) realizaram um teste com um novo modelo de dispositivo, *in vitro*, para avaliar a precisão do localizador apical Exact-A-Pex. O modelo é feito com gelatina vendida no comércio e solução salina. Incisivos e caninos humanos, extraídos com o ápice completamente formado, foram abertos e realizou-se a o esvaziamento antes da secagem com pontas de papel absorvente. A odontometria foi determinada com o Exact-A-Pex usando o modelo com gelatina. Quando o localizador apical acendia a luz verde indicando a posição 1,5 mm do ápice, a lima era levada à posição de 0,5 mm do ápice, sendo a lima marcada com cursor de borracha. Essa medida foi comparada com a medida determinada através da visão direta da ponta da lima K-flex # 10 no forame. Esse método foi repetido com o Foramatron IV utilizando leitura digital zero como a localização do ápice. Houve uma completa concordância do comprimento do canal no localizador apical e na avaliação visual. Isso indica que o modelo de teste com a gelatina é um método, *in vitro*, preciso para a determinação do comprimento do canal.

Kobayashi (1995) afirmou que a maior vantagem do método eletrônico de odontometria é a localização do forame apical e não do ápice radiográfico e a sua maior desvantagem é que se eletrólitos pesados estão no canal, a medida mostrada pode ser mais curta e algumas vezes impossível de ser feita. Recentemente, novos aparelhos eletrônicos têm sido desenvolvidos. Esses novos aparelhos permitem ao dentista alargar a porção apical do canal de maneira mais precisa do que apenas com o uso do método radiográfico.

Czerw *et al.* (1995) descreveram dois testes da precisão, *in vitro*, de alguns modelos de localizadores apicais usando um modelo de teste com gelatina e dentes humanos, extraídos, com o ápice formado. Na parte 1, 4 localizadores apicais que não haviam sido testados (Digipex, Apex Finder, Neosono e Root ZX)

foram utilizados em canais secos após o acesso e esvaziamento. A análise visual foi realizada através da lima na região apical. Significância clínica na medida de $\geq 0,5$ mm foi observada com o Apex Finder e Neosono em 16,6% e 10% dos dentes, respectivamente. Na parte 2, foi comparada a precisão do Exact-a-pex no modelo de gelatina em canais secos e irrigados com água destilada. Não houve diferença significativa entre canais secos e irrigados.

Arora & Gulabivala (1995) afirmam que a precisão dos localizadores apicais é afetada pela presença de eletrólitos, incluindo hipoclorito de sódio. De acordo com o fabricante de um novo localizador apical, Endex, este problema foi contornado. A proposta do estudo foi testar a precisão do Endex em comparação com um localizador já existente, o RCM Mark II. O comprimento de 61 canais com vários conteúdos (polpa viva, polpa necrosada, exudato purulento, hipoclorito de sódio e água) foram determinados *in vivo*. Limas foram cimentadas no canal no comprimento determinado pelo Endex. Os dentes foram radiografados e extraídos. A distância entre a ponta da lima e o forame apical foi avaliada. A medida do RCM Mark II foi comparada com a medida do Endex e da radiografia correspondente. Os resultados indicaram que a maioria das limas que correspondiam ao ápice radiográfico estavam além do forame apical; além disso, o conteúdo do canal variou o efeito para cada localizador. A média de precisão do Endex (71,1%) foi maior que a do RCM Mark II (43,5%) dentro de 0,5 mm do forame apical. O Endex, ao contrário do RCM Mark II, mediu de maneira precisa na presença de hipoclorito de sódio.

Pratten & McDonald (1996) fizeram um estudo comparativo para avaliar a habilidade do método radiográfico e eletrônico para determinar de maneira confiável a localização do forame apical. O comprimento de trabalho do canal em cadáveres humanos foi determinado através do posicionamento de uma lima endodôntica no ponto do término apical, indicado através do localizador apical (Endex). Os dentes foram radiografados em vários ângulos com a lima em posição. As radiografias foram avaliadas por cinco examinadores para determinar o ponto do término radiográfico de cada canal. Os dentes foram extraídos e

examinados histologicamente para determinar o ponto do término ideal. A média de valor absoluto dos desvios da constrição apical do localizador apical foi significante menor ($p < 0,05$) que a média obtida através do método radiográfico. Desse modo, o método usando o localizador apical foi sensivelmente mais confiável

Nguyen *et al.* (1996) compararam a medida eletrônica utilizando limas de pequeno e grande calibre em canais dilatados. Os autores utilizaram 21 dentes extraídos unirradiculares, cujo comprimento real foi obtido através da passagem de uma lima através da constrição apical. Os dentes foram colocados em um modelo de alginato para realizar a medida através do localizador apical (Root ZX). O comprimento inicial foi obtido através de uma lima 10. O canal foi dilatado com limas rotatórias até nº 60 (0,04 profile série 29), sob controle do localizador apical. Foram obtidas as medidas utilizando as limas de nº10 e nº60. A média de valor do comprimento inicial da lima 10 e da lima 60 foram calculadas e submetidas à análise estatística. A lima 60 foi fixada no interior do canal através de uma resina composta e o dente removido do modelo de alginato. A posição da lima foi observada histomorfometricamente através da remoção da porção lingual da raiz. O comprimento inicial foi 0,45mm mais curto que o comprimento real ($P < 0.005$). A diferença entre o comprimento da lima 10 e da lima 60 não foi estatisticamente significativa. Histomorfometricamente, a constrição apical estava ausente em todos os dentes, mas a lima estava confinada ao interior do canal. Esse estudo concluiu que o Root ZX indicou o local da constrição apical mesmo quando a constrição anatômica foi eliminada. Em canais dilatados, a medida do comprimento do canal obtido com limas de pequeno e grande calibre são comparáveis.

Beach (1996) descreve um caso clínico em que foi utilizado um localizador apical (Neosono) em um paciente que fazia uso do marcapasso, a despeito do fabricante não recomendar o seu uso nesses pacientes. O uso foi recomendado pelo cardiologista responsável.

Shabahang *et al.* (1996) avaliaram, *in vivo*, a precisão do Root ZX em dentes indicados para extração e que apresentavam vitalidade pulpar e ausência radiográfica de lesão periapical. O Root Zx foi utilizado para localizar o forame de 26 dentes em que foi mantida a polpa vital. Depois da extração do dente uma lupa foi utilizada para confirmar visualmente a relação da lima com o forame apical. O Root ZX localizou exatamente o forame apical em 17 canais (65,4%), mais curto em 1 canal (3,8%) e além do forame em 8 canais (30,8%). Quando o potencial de erro foi $\pm 0,5\text{mm}$, variação aceita como critério clínico, o localizador apical foi satisfatório em 25 dentes, o equivalente a 96,2% dos casos.

Vajrabhaya & Tepmongkol (1997) avaliaram a precisão do localizador apical Root ZX em 20 dentes unirradiculares que tinham a extração indicada por alguma alteração ou tratamento ortodôntico. Após a abertura coronária e a odontometria com o localizador apical, a lima foi fixada com resina composta e o dente extraído. Após a extração, o dente foi cortado longitudinalmente com um disco de diamante até tornar a lima visível. A distância entre a lima e o forame apical foi medida através do microscópio (x100). Os resultados mostraram que a ponta da lima atingiu o forame apical em todos os dentes.

Kaufman *et al.* (1997) compararam a precisão do localizador apical Root ZX com a do Sono Explorer Mark III e do Apit III na detecção de perfurações. Foram utilizados 30 dentes humanos extraídos com perfurações artificiais no terço médio da raiz e incluídos em alginato. A detecção das perfurações foram obtidas com limas K ligadas ao localizador apical testado. Os dentes foram radiografados depois de cada medida eletrônica. A localização real da ponta da lima em relação à superfície externa da raiz e a determinação radiográfica das perfurações foram obtidas com lupa estereoscópica. A média das distâncias entre a ponta da lima e a linha externa da superfície das raízes foi pequena para todos os instrumentos e aceitável clinicamente (0,06 – 0,25 mm). Não houve diferença significativa entre a medida morfométrica e a medida radiográfica. Diferença estatística não foi encontrada entre perfurações extensas (0,55 – 0,60 mm) e pequenas perfurações (0,25 – 0,40 mm). Sob as condições do

estudo, todos os localizadores apicais testados foram aceitáveis clinicamente para detecção de perfurações.

Pilot & Pitts (1997) utilizaram 10 dentes anteriores e pré-molares unirradiculados que foram indicados para tratamento endodôntico. Após a determinação do comprimento do dente, uma série de limas manuais foram posicionadas de 3mm aquém do forame até 0,5 mm além do forame. Amostras de impedância foram feitas em cada comprimento com um processador de sinal digital em seis diferentes frequências, com cada um dos sete diferentes irrigantes ou condições do canal. Um total de 5 irrigadores foram utilizados (RC prep, álcool isopropílico a 70%, EDTA a 14,45%, solução salina, hipoclorito de sódio a 5,25%), além de duas condições de canal seco, uma após o álcool isopropílico e outra após o hipoclorito de sódio. A maior mudança de impedância ocorreu +/-0,25 mm do forame apical. Não foi notada diferença significativa nas diferentes frequências, mas houve diferença significativa com os vários irrigantes. A condutividade dos irrigantes demonstrou menor mudança das características elétricas nos comprimentos dos irrigantes não condutivos; isso comprova uma maior precisão da posição da lima em relação ao forame usando irrigantes não condutivos.

Ricucci (1998) realizou uma extensa revisão da literatura acerca do limite apical de instrumentação e obturação do canal radicular. O resultado de um estudo das reações pulpare em níveis histológicos na progressão da cárie, baseado em conhecimentos anatômicos do canal e do terço apical, demonstrou a presença de polpa vital, mesmo na presença de lesões apicais. Uma vez necrosada, as bactérias se estabelecem nas lesões apicais. Todos os estudos mostram que a prática de manter a obturação nos limites do canal radicular resulta em um índice de sucesso de 90% a 94 % (quando realizada por um especialista; de maneira geral, observa-se falhas em mais de 50% dos casos). A localização do forame apical estabeleceu o limite do tratamento endodôntico alguns milímetros aquém do ápice radicular.

Dunlap *et al.* (1998) compararam a odontometria eletrônica para localizar o ápice em dentes vitais e necrosados. O consentimento dos pacientes que tinham dentes com necessidade de extração foi obtido. Os dentes foram anestesiados, isolados e realizado o acesso. A polpa foi considerada normal se um sangramento estava presente na polpa coronária. O Root ZX foi utilizado para a odontometria. As limas foram cimentadas em posição e o dente extraído. De vinte e nove dentes obteve-se 34 limas cimentadas, e a distância até a constrição apical foi medida. O Root ZX foi preciso em 82,3% para uma distância de 0,5 mm da constrição apical. A média de distância da constrição apical foi de 0,21mm nos dentes vitais e 0,40mm nos dentes necrosados. Não existiu diferença estatística na capacidade do Root ZX de determinar a constrição apical de dentes vitais e necrosados.

Pagavino *et al.* (1998) utilizaram vinte e nove dentes vitais para testar a precisão do Root ZX em localizar o forame apical. Depois da extração dos dentes, um microscópio eletrônico foi utilizado para analisar a relação da ponta da lima com o forame. As amostras foram divididas em dois grupos (grupo A e grupo B) de acordo com a presença de um forame apical normal (no longo eixo a raiz) ou de um forame lateral (desviado do longo eixo). Com uma tolerância de $\pm 0,5\text{mm}$, uma precisão clínica de média de 82,75% foi determinada no total da amostra. Com uma tolerância de $\pm 1,0\text{mm}$, foi encontrada uma precisão de 100%. Erros de localização do ápice foram significativamente menor nos casos com forame apical normal (grupo A) do que nos casos com forame lateral (grupo B). Uma precisão de 100%, com nível de tolerância $\pm 0,5\text{mm}$, foi registrado no grupo A.

Ounsi & Naaman (1999) realizaram um trabalho para avaliar a confiabilidade do localizador apical Root ZX. Foi realizada uma comparação experimental do localizador apical com o comprimento real do dente, usando gelatina com solução salina para simular o periodonto. Foram utilizados 39 dentes humanos extraídos, unirradiculados, com o ápice formado. As coroas foram seccionadas no nível da junção amelodentinária. A medida eletrônica foi realizada utilizando-se uma lima K nº 10 até a posição “apex mark” do aparelho, e depois

recuada para a posição 0,5 mm aquém. O Root ZX deu medidas precisas com desvio médio de 0,5mm em 84,72%. As variações intra e inter avaliadores não foram significantes estatisticamente. Os autores concluíram que o Root Zx não foi capaz de detectar com precisão de 0,5 mm do forame, desse modo só pode ser usado para detectar o forame apical.

Ibarrola *et al.* (1999) avaliaram o efeito do pré-alargamento na resposta do localizador apical Root ZX. Segundo os autores, o Root ZX é um exemplo de uma geração de localizadores apicais que identifica o término do canal através da média entre duas impedâncias elétricas. Estudos têm mostrado que esse localizador tem alta precisão. Contudo, os fabricantes advertem que a performance desse aparelho é prejudicada na presença de calcificações e nas constrições dentinárias. O estudo *in vitro* foi realizado para determinar se o pré-alargamento do canal poderia facilitar a passagem da lima em direção ao forame apical através da eliminação de interferências cervicais e avaliar o efeito que isso poderia ter sobre a eficiência do Root ZX. Trinta e dois dentes foram divididos em 2 grupos. No grupo 1, não foi manipulado antes do uso do localizador e serviu como controle. No grupo 2, os canais foram alargados antes do uso do localizador. No comprimento de trabalho, a lima foi mantida em posição e realizada uma medida linear utilizando o programa visilog 5. Os resultados desse estudo sugerem que o pré-alargamento do canal determinou comprimentos de trabalho mais consistentes ao atingir o forame apical, aumentando a eficácia do localizador apical Root ZX.

Weiger *et al.* (1999) realizaram um estudo comparando dois localizadores apicais (Apit e o Root ZX) com relação à habilidade de localizar a constrição apical na presença de vários irrigantes em diferentes leituras de medidas. Quarenta e um dentes foram irrigados com 1% de NaOCl, 3% H₂O₂ e NaCl 0,9%. A medida eletrônica foi realizada com os localizadores apicais Root ZX (leitura de medidas: ápice, 0,5 mm e 1mm) e o Apit (leitura de medidas: ápice e 3mm). O desvio da medida eletrônica da constrição apical foi determinada. A proporção de medidas dentro de $\pm 0,5$ mm da constrição apical ficou entre 0,76 a

0,85 para o Root ZX na leitura de medida ápice e 0,5, independentemente do agente irrigante. O Apit mostrou medidas mais curtas que o Root ZX e mostrou uma alta proporção de leituras de medidas, ápice 0,59 (1% de NaOCl), 0,61 (3% H₂O₂) e 0,68 (0,9% NaCl). Na presença de NaOCl, o Root ZX deu a medida eletrônica mais precisa na leitura 0,5 e ápice.

Saad & Al-Nazhan (2000) realizaram um estudo analisando 14 dentes para avaliar a redução da dose de radiação durante a terapia endodôntica. Após uma radiografia pré-operatória, o localizador apical (Root ZX) foi utilizado para medir o comprimento de trabalho. Completado o preparo químico mecânico, uma radiografia digital (RVG) foi realizada na prova do cone e foi feita a obturação. Uma radiografia digital foi realizada para avaliar a obturação final e o controle clínico e radiográfico foi realizado de 6 a 8 meses após, revelando cicatrização apical satisfatória. Esses resultados indicam que o sucesso da técnica de obturação pode ser obtido através de uma única exposição com o RVG para a prova do cone. Essa técnica pode ser usada em pacientes que necessitam de menores doses de radiação na terapia endodôntica.

Fouad & Reid (2000) realizaram um estudo com o propósito de determinar o efeito do uso do localizador apical (Root ZX) no número de tomadas radiográficas no término da obturação final. Pacientes da clínica de pós graduação participaram do estudo. O comprimento de trabalho foi avaliado pelos autores em todos os casos (36 dentes, 58 canais), usando uma radiografia pré-operatória padrão e o localizador apical. Os estudantes foram questionados sobre a posição da lima no comprimento de trabalho em uma das estimativas (eletrônica ou radiográfica: escolha aleatória) e realizada uma radiografia para o comprimento de trabalho. Nem os estudantes nem os instrutores sabiam do método escolhido para a estimativa. Uma vez completado o tratamento, o número total de radiografias foi contado. O total de de casos com obturação aceitável (0 a 2 mm aquém do ápice) ou de obturações inaceitáveis foram registrados. Uma estimativa eletrônica do comprimento de trabalho melhorou a qualidade final da obturação, comparada à da estimativa radiográfica. O número de radiografias foi menor no grupo da

medida eletrônica no grupo dos dentes anteriores e pré-molares, mas não nos molares.

Elayouti *et al.* (2001) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de determinar a freqüência que um comprimento de trabalho radiográfico com uma posição aparente da lima de 0 a 2mm aquém do ápice resultou em sobreinstrumentação. Simulando condições clínicas, o comprimento de trabalho de 169 canais foram obtidos de 91 dentes extraídos. Em todos os casos, a medida da lima ajustada no comprimento de trabalho foi comparada com a medida real representada pela distância entre o forame apical e uma referência na coroa. Instrumentação além do forame apical ocorreu nos pré- molares em 51 % dos casos, nos molares 22% dos casos e em dentes anteriores em nenhum caso. Esses resultados sugerem que em pré molares e molares o comprimento de trabalho radiográfico de 0 a 2 mm aquém do ápice radiográfico provoca, com mais freqüência do que o esperado, uma sobreinstrumentação não intencional.

Jenkins *et al.* (2001) avaliaram a precisão do Root ZX, *in vitro*, na presença de vários irrigantes endodônticos. O modelo *in vitro* utilizado foi composto pela gelatina com NaCl a 0,9%, ao invés de água. Os seguintes irrigantes foram testados: lidocaína a 2% com 1:100.000 de epinefrina, 5,25% de hipoclorito de sódio, RC Prep, EDTA líquido, peróxido de hidrogênio a 3% e Peridrex. Um total de 30 dentes extraídos, unirradiculados, foi usado. As medidas experimentais na presença de vários irrigantes foram comparadas com a medida real dos dentes. Os presentes dados indicam que o localizador apical Root ZX determina medidas confiáveis dentro de uma precisão de 0,31 mm e que não existiu diferença nas medidas em função do sete irrigantes utilizados. Esses resultados indicam o Root ZX como um localizador apical preciso dentro de uma larga gama de irrigantes utilizados em endodontia.

Martinez-Lozano *et al.* (2001) avaliaram a precisão de um localizador apical (Apit) em comparação com dois métodos radiográficos (filme convencional e radiografia digital). O estudo consistiu de 28 canais de 20 dentes humanos, inferiores, extraídos. Uma comparação foi feita entre o comprimento de trabalho

obtido através de dois métodos radiográficos, filme convencional e radiografia digital (RVG), e o obtido com o localizador apical (Apit), usando um método padrão de observação da posição da lima dentro do canal. O método eletrônico foi satisfatório em 67,8% dos casos, versus 50,6% e 61,4% da radiografia convencional e radiografia digital, respectivamente. Estatisticamente, não houve diferença entre as técnicas. Os autores concluíram que nenhuma técnica foi totalmente satisfatória no estabelecimento do comprimento de trabalho. Não houve diferença entre as técnicas investigadas.

Kaufman *et al.* (2002) testaram, *in vitro*, a precisão do localizador apical Bingo 1020, comparando os resultados deste com o Root ZX, bem como com o método radiográfico de odontometria. Um total de 120 dentes extraídos foram utilizados para o estudo. O estudo foi realizado com dentes unirradiculados ou raízes com um canal escolhidas aleatoriamente de dentes multirradiculados. As raízes foram divididas aleatoriamente em 12 grupos de 10 dentes cada. Após o acesso foi realizada a medida real dos dentes que foram incluídos em alginato. Foram realizadas três medidas em cada aparelho e a média computada; na terceira medida, foi realizada uma tomada radiográfica. Cada canal foi preparado até a lima 40 e irrigado com solução salina. Após o término do preparo, a medida eletrônica foi realizada por cada aparelho com o canal seco e com vários irrigantes (NaOCl, EDTA, Solução Salina, Clorexidina e Xilol). Cada medida foi realizada três vezes e o comprimento radiográfico foi a última medida da série. Os resultados mostraram que em todos os parâmetros testados houve uma significativa diferença estatística entre o Bingo 1020 e o Root ZX. Medidas obtidas usando o Bingo 1020 foram mais aproximadas do comprimento real que aquelas obtidas pelo Root ZX. Ambos os aparelhos mediram o dente com bastante precisão sem serem influenciados pelo irrigante. Os autores concluem que o Bingo 1020 provou ser tão confiável quanto o Root ZX e foi usado facilmente. Sob as condições experimentais, as medidas eletrônicas foram mais confiáveis que as radiográficas.

Elayout *et al.* (2002) avaliaram a habilidade do Root ZX em evitar sobreinstrumentação em pré-molares depois da radiografia de odontometria

convencional. Trinta pré-molares perfazendo um total de 43 canais foram radiografados e submetidos à odontometria eletrônica. A odontometria radiográfica determinou um valor superestimado em 51% dos canais, embora aparentassem estar 0 a 2mm aquém do ápice. A medida eletrônica com o Root ZX reduziu a porcentagem de valor sobrestimado em 21%. Em 6 canais (14%), ambos, radiografia e localizador apical, determinaram um valor sobreestimado. Os autores concluíram que a odontometria radiográfica somada ao localizador apical pode ajudar a evitar instrumentação além do ápice.

Oishi *et al.* (2002) investigaram a possibilidade de detecção da constrição apical usando o localizador apical. Setenta dentes humanos extraídos com canais impenetráveis foram utilizados. Baseado em achados microrradiográficos, os dentes foram divididos em 3 grupos: grupo A (constrição até 3 mm do ápice, 23 canais), grupo B (sem constrição dentro de 3mm do ápice, 28 canais) e grupo C (constrição mais que 3mm do ápice, 19 canais). Impedâncias elétricas de duas diferentes frequências (8kHz e 0,4 kHz), bem como o valor da medida do Root ZX, foram observadas na posição que a lima poderia atingir. A razão das impedâncias ($Z_{8\text{kHz}}: Z_{0,4\text{kHz}}$) e o valor da medida do Root ZX mostraram uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos A e B. Isso sugere que o Root ZX pode ser usado para detecção da constrição do canal radicular.

Tinaz *et al.* (2002) realizaram um estudo *in vitro* com o intuito de avaliar o efeito da experiência do operador e o alargamento do canal na precisão do resultado de três diferentes marcas de localizadores apicais de terceira geração (Root ZX, Apex Finder e Bingo 1020). Dentes humanos extraídos foram preparados e o comprimento real e o comprimento eletrônico foram obtidos por 3 operadores, por meio duplo-cego, através dos 3 localizadores. A medida foi repetida após o alargamento. Aceitando uma tolerância de 0,5mm não houve diferença estatística entre os equipamentos. Contudo, o valor obtido com o Bingo 1020 através do operador iniciante foi estatisticamente significativo. Todos os equipamentos tiveram uma aceitação clínica para uma tolerância de 0,5mm. Se os

localizadores apicais são utilizados de acordo com as instruções do fabricante, a experiência do operador não é relevante

Mearez & Steiman (2002) analisaram se a presença de hipoclorito de sódio influencia a precisão do localizador apical Root ZX. Foram utilizados 40 dentes humanos extraídos montados em aparato experimental. Após a realização do acesso ideal, o comprimento de trabalho foi obtido usando o Root ZX. O canal foi irrigado com hipoclorito de sódio a 2,125% e a medida repetida com o localizador. Antes de realizar a terceira medida, o canal foi irrigado com hipoclorito de sódio a 5,25 %. Finalmente, o dente foi removido do aparato e o comprimento real do dente foi medido visualmente. Não houve diferença estatística entre os grupos experimentais. O resultado mostrou que o Root ZX não foi afetado na presença do hipoclorito de sódio.

Brunton *et al.* (2002) investigaram se o uso do localizador apical resulta na redução de exposição aos raios X durante a terapia endodôntica. Cinquenta dentes humanos extraídos, unirradiculados, foram selecionados e distribuídos aleatoriamente em 2 grupos, A e B. No grupo A, usou-se a medida eletrônica. No grupo B, medida radiográfica. Depois da determinação do comprimento de trabalho, os dentes foram seccionados e comparados com o comprimento real. No grupo A, 14 radiografias foram refeitas para determinar o comprimento de trabalho, ao passo que no grupo B não foi necessário realizar radiografia. Essa diferença foi significativa. O localizador apical foi extremamente preciso na localização do forame apical em todos os dentes testados. Os autores concluem que o uso dos localizadores apicais reduz a necessidade de radiografias de odontometria. A localização do forame apical obtida com a combinação de localizador apical e radiografia foi mais precisa que a obtida com o uso da radiografia apenas.

Goldberg *et al.* (2002) simularam reabsorções apicais para avaliar a precisão do localizador apical Root ZX, nessa condição. Foram utilizados cinquenta dentes humanos, unirradiculados com ápice formado. Uma cavidade irregular foi feita com broca na região apical dos dentes para simular uma

reabsorção. Três operadores usaram o Root ZX para realizar o comprimento de trabalho, comparando a medida eletrônica com a medida visual. O Root ZX foi 62,7%, 94% e 100% preciso dentro de 0,5mm, 1mm e 1,5mm, respectivamente, em relação à medida visual. Diferença estatística significativa foi observada entre os operadores A e B e A e C, mas não entre B e C.

Garofalo *et al.* (2002) avaliaram cinco localizadores apicais (Root ZX, Justwo, EIE, Neosono, Bingo 1020) na função do marcapasso, *in vitro*. Um marcapasso Biotronik Actros foi avaliado até a máxima sensibilidade. O marcapasso, o localizador apical e um osciloscópio foram conectados a um resistor de 150 ohm. Quatro dos cinco localizadores apicais testados não causaram inibição ou interferência nas funções normais do marcapasso. Assim sendo, sugere-se que os localizadores apicais podem ser utilizados de maneira segura em pacientes com marcapasso. Embora os autores tenham demonstrado que o Bingo 1020 alterou as funções do marcapasso nas condições específicas da pesquisa.

Mente *et al.* (2002) compararam a determinação do comprimento das raízes de dentes decíduos, *in vitro*, utilizando localizador apical e radiografias. Dois examinadores determinaram o comprimento de 24 dentes incisivos decíduos (12 com reabsorção visível e 12 sem) usando o localizador do Tri Auto ZX. O instrumento foi levado ao canal depois do segundo exame e uma radiografia foi feita. Os dentes foram descalcificados através da imersão em metacrilato e fotografados. Ambos, radiografias e fotografias dos dentes descalcificados, foram medidos e comparados com a medida eletrônica. A avaliação das radiografias mostrou uma média de distância entre a ponta do instrumento e o ápice de 0,60 (\pm 0,24mm). A avaliação dos dentes descalcificados mostrou uma distância equivalente de 0,62mm (\pm 0,40mm). A média de distância entre a ponta do instrumento e o comprimento aceitável (determinado com o método de descalcificação) foi de 0,26mm (\pm 0,24mm) em dentes sem reabsorção e 0,29mm (\pm 0,30 mm) em dentes com reabsorção. Os autores concluíram que a presença de reabsorção em dentes decíduos não afetou a precisão da medida eletrônica *in*

vitro . A aplicação desse método em dentes decíduos deve continuar a ser avaliada.

Kielbassa *et al.* (2003) avaliaram a precisão do Root ZX para odontometria de dentes decíduos. O tecido pulpar de 71 dentes sem restauração foi removido, sendo os 105 canais irrigados com H₂O₂ a 3% e NaOCl a 1%. A medida eletrônica foi determinada antes da extração. Depois da extração, o comprimento real foi determinado e comparado com o eletrônico. Os autores recomendam o uso do Root ZX na determinação da odontometria de dentes decíduos, especialmente em crianças inquietas.

Ponce & Fernández (2003) realizaram um estudo com auxílio do microscópio ótico com o intuito de localizar, histologicamente, a junção cimento-dentina-canal, o diâmetro do forame apical e o canal na junção cimento-dentina-canal. Oitenta dentes anteriores, superiores foram utilizados (caninos, incisivos centrais e laterais), dos quais 269 cortes histológicos foram obtidos e avaliados no microscópio ótico. Os resultados mostraram que a maior extensão de cimento dentro do canal foi observada nos caninos; esse valor diminuiu no incisivo lateral e mais ainda no central. O maior diâmetro do forame apical corresponde ao incisivo lateral, seguido do canino e incisivo central. O diâmetro do canal na junção cimento-dentina-canal foi maior nos caninos e menor nos incisivos centrais e laterais. A maior variação foi observada na medida do cimento no interior do canal.

Welk *et al.* (2003) compararam a precisão de um localizador de duas frequências (Root ZX) com um de cinco frequências (Endo Analyzer Model 8005). Trinta e dois dentes com indicação para extração foram utilizados. A porção coronária foi alargada com brocas de Gattes Glidden e orifício shapers e os canais foram irrigados com NaOCl a 2,6%. Foram utilizadas limas tipo K para determinar o comprimento dos dentes com cada localizador apical. Os dentes foram extraídos e 4mm da porção apical de cada dente foi exposta. Fotografia de cada dente foi projetada e a posição da lima em relação ao menor diâmetro foi determinada por dois avaliadores. A média de distância entre o comprimento de trabalho e a

constricção apical foi de 1,03 mm para o Endo Analyzer e 0,19mm para o Root ZX. Os autores concluíram que o Root ZX localizou a constricção apical em 90,7% dos casos e o Endo Analyzer modelo 8005 em 34,4 %.

Thomaz *et al.* (2003) utilizaram 20 dentes anteriores superiores com ápices completamente formados para testar o uso de limas de níquel titânio com localizador apical (Root ZX). Os autores concluíram que as limas de níquel titânio não comprometem a odontometria com o uso do localizador apical.

3 – PROPOSIÇÃO

Com base na observação da revisão da literatura, foi proposto:

- 1 – Comparar as medidas dos localizadores apicais Bingo 1020, Novapex e Root ZX nas posições 1mm aquém do ápice e na posição 0.
- 2 – Avaliar a precisão da leitura dos 3 localizadores apicais na posição 0, em relação à medida real dos dentes
- 3 – Comparar a odontometria radiográfica nas posições 1mm aquém do ápice e na posição 0 com a odontometria eletrônica fornecida pelo localizador apical Bingo 1020.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Materiais

Nesta pesquisa, foram utilizados dentes humanos, molares inferiores e superiores, resina acrílica autopolimerizável, forma para confecção de anéis de acrílico nos dentes, alginato, placas de nylon para confecção dos suportes utilizados nas odontometrias e radiografias, cano de PVC, abraçadeira, brocas diamantadas, limas tipo kerr números 10, 15 e 20, lupa de 2,5 vezes de aumento, filme radiográfico, aparelho de raios X, processadora automática, soro fisiológico, paquímetro digital, seringa e agulha para irrigação, seringa para aspiração, localizadores apicais das marcas Root ZX, Bingo 1020 e Novapex, negatoscópio, máscara negra, fragmento ósseo de mandíbula suína.

4.1.1 Dentes

Os dentes utilizados foram molares inferiores e superiores humanos, extraídos, com os ápices completamente formados e sem sinais de fratura apical. Descartou-se dentes que apresentaram restaurações metálicas extensas que pudessem comprometer a conformação da coroa uma vez removidas. Foram utilizadas raízes vestibulares dos molares superiores e raízes mesiais dos molares inferiores, perfazendo um total de 71 canais.

4.1.2 Resina Acrílica

Utilizou-se resina acrílica autopolimerizável da marca JET (Artigos Odontológicos Clássico Ltda - São Paulo - SP - Brasil) para confecção de um anel em volta dos dentes na altura da linha cervical. Esse anel foi utilizado para manter os dentes em posição no momento da odontometria eletrônica e na tomada das radiografias

4.1.3 Forma para confecção dos anéis

Desenvolveu-se uma forma específica para incluir os dentes nos anéis de resina (Fig.1). Essa forma consistiu de uma placa de aço de 22 cm de comprimento por 8 cm de largura e 6 mm de espessura, com 10 furos. Os furos apresentavam diâmetro de 20mm nos primeiros 3mm da espessura da placa e de 14mm nos 3mm restantes, portanto os furos trespassavam a placa com dois diâmetros diferentes. Esta placa de aço foi apoiada sobre uma pequena moldura de madeira de 2 cm de altura (Fig.2).

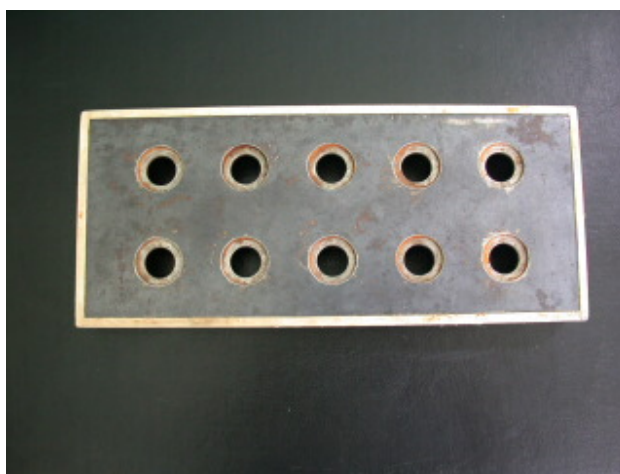


Figura 1 – Forma para confecção dos anéis



Figura 2 – Suporte de madeira para a placa de aço

4.1.4 Alginato

Utilizou-se o alginato algagel plus (Technew – Rio de Janeiro - RJ – Brasil) para incluir os dentes e mantê-los em posição no momento de confeccionar os anéis de resina acrílica. Para aumentar o tempo de trabalho manipulou-se o alginato com água gelada e com uma consistência ligeiramente mais fluida.

4.1.5 Placas de Nylon

Placas de nylon de 6mm de espessura foram utilizadas para confeccionar os suportes para manter os dentes afixados no momento da odontometria eletrônica e nas tomadas radiográficas. No suporte para manter os dentes em posição na odontometria eletrônica realizou-se 10 furos com as mesmas características dos furos da placa de aço que foi utilizada como forma, de maneira que os anéis de acrílico com os dentes se encaixassem de maneira estável (Fig.3). Essa placa de nylon apresentava as mesmas dimensões da forma de aço.

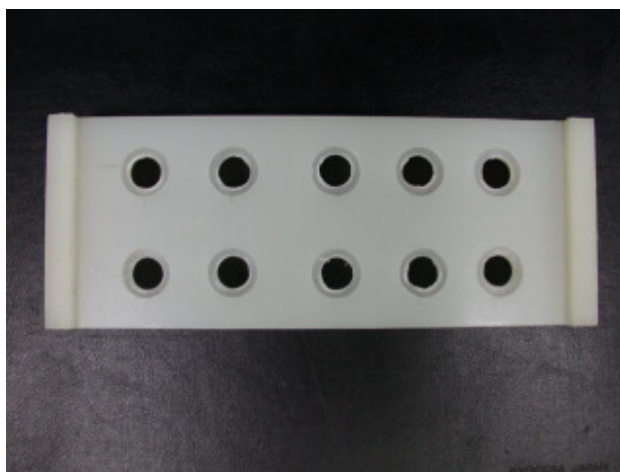


Figura 3 – Suporte para manutenção dos dentes no momento da odontometria eletrônica

No suporte para se fazer as tomadas radiográficas realizou-se apenas um furo com as mesmas características do furo da forma. Na placa inferior foi confeccionada uma canaleta com o propósito de manter o filme em posição (Figs. 4 e 5).



Figura 4 – Vista superior do suporte para radiografia.

4.1.6 Cano de PVC

Um pedaço de 12 cm de cano de PVC de 70mm de diâmetro foi empregado como base para o suporte utilizado nas tomadas radiográficas, de maneira que a distância foco filme fosse de 22cm. (fig. 5). Esse dispositivo foi desenvolvido especificamente para o trabalho de pesquisa e tornou possível a repetição das radiografias com os dentes na mesma posição.

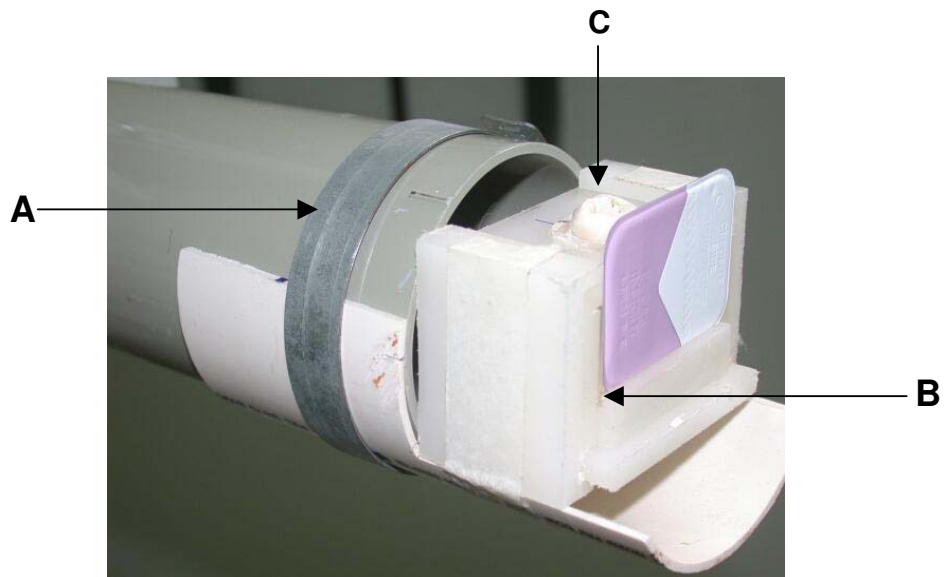


Figura 5 – Suporte para manutenção dos dentes no momento da radiografia (**A** – abraçadeira, **B** – canaleta, **C** – dente em posição)

4.1.7 Abraçadeira

Uma abraçadeira metálica foi utilizada para manter o cano de PVC no cilindro localizador do aparelho de raios X, sempre na mesma posição e de maneira estável (Fig. 5).

4.1.8 Brocas diamantadas

Utilizou-se brocas diamantadas de números 1016 e 3082 (KG Sorensen ind. e com. Ltda – Barueri - SP - Brasil) para a abertura coronária e para o desgaste da

coroa. Este desgaste visava à criação de uma referência fixa para o cursor de borracha.

4.1.9 Limas

Para a exploração do canal utilizou-se limas tipo kerr (Maileffer – Dentsply – Ballaigues – Suíça) de numeração progressiva 10, 15 e 20. As mencionadas limas apresentavam cursores de borracha, os quais foram utilizados como referência nas odontometrias.

4.1.10 Lupa

A lupa de 2,5 vezes de aumento foi utilizada no momento de definir o tamanho real do dente.

4.1.11 Filmes radiográficos

Foram utilizados filmes intra-orais 3cm x 4cm IP insight (Eastman Kodak Company, Rochester, EUA).

4.1.12 Aparelho de Raios X

As tomadas radiográficas foram realizadas com o aparelho de raios X spectro 70X (Dabi – Atlante – Ribeirão Preto – SP – Brasil) de 70kVp, 8 mA, com tempo de exposição de 0,4 segundo.

4.1.13 Processadora automática

As radiografias foram processadas em processadora automática AT 2000 plus (Air Techniques – Hicksville – NY - EUA) com um ciclo total de 6 minutos.

4.1.14 Soro Fisiológico

O soro fisiológico (Frenesius Kabi Brasil Ltda – Campinas – SP – Brasil) foi utilizado como irrigante dos canais, bem como a solução que simulou os tecidos humanos. Isso porque a solução salina conduz corrente elétrica.

4.1.15 Paquímetro digital

Utilizou-se um paquímetro digital (Lee Tools - Taiwan) devidamente calibrado, com duas casas decimais e com a possibilidade de calibragem constante na posição zero.

4.1.16 Seringa e agulha

Para a inundação da cavidade pulpar utilizou-se seringas de 3 ml (BD Plastipak – Curitiba – PR - Brasil) com agulhas nº 20 x 5,5 (Nipro Medical Ltda – Sorocaba – SP - Brasil). Uma seringa sem agulha foi utilizada para aspirar o excesso de soro da câmara pulpar.

4.1.17 Localizadores Apicais

Três localizadores apicais foram utilizados no trabalho: Root ZX (J. Morita – Japão), Bingo 1020 (Forum Engineering Technologies, Rishon Lesion – Israel) e Novapex (Forum Engineering Technologies, Rishon Lesion – Israel).

4.1.18 Negatoscópio

Utilizou-se um negatoscópio com intuito de se realizar a avaliação radiográfica, sendo que os três avaliadores equalizaram as condições ambientais no momento da análise.

4.1.19 Máscara

Um filme de 25 cm por 30 cm, utilizado em radiografias extra-orais, totalmente velado, foi usado como máscara na avaliação radiográfica. Foi confeccionada uma pequena abertura ligeiramente menor que as dimensões do filme periapical. Esse procedimento visou melhorar as condições de avaliação, sendo possível repeti-lo em condições clínicas com bastante facilidade.

4.1.20 Fragmento de osso de mandíbula suína.

Um pequeno fragmento de mandíbula suína, de 0,8 cm de espessura, foi utilizado no posicionador para radiografia com o intuito de se aproximar de condições clínicas nas tomadas radiográficas (Fig. 6).

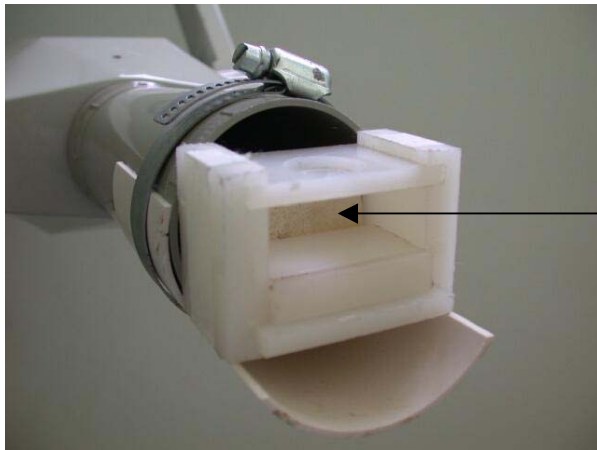


Figura 6 – Fragmento de mandíbula suína em posição (seta)

4.2 Método

4.2.1 Seleção e Preparo dos Dentes

Utilizou-se raízes de molares inferiores (raízes mesiais) e superiores (raízes vestibulares) completamente formadas e sem sinais de fraturas apicais. Os dentes foram limpos, autoclavados e mantidos em água destilada. Os dentes com restaurações metálicas extensas foram eliminados, bem como os que apresentavam curvaturas bruscas.

4.2.2 Preparo dos dentes para as radiografias periapicais

Para a tomada das radiografias periapicais iniciais foram confeccionados anéis de resina na altura da região cervical dos dentes. Inicialmente verificou-se a passagem dos dentes pela menor abertura das formas, que era de 14 mm. Essa foi colocada sobre a moldura de madeira de 2 cm. Ambas foram preenchidas com alginato manipulado com água gelada e com uma consistência mais fluida. O conjunto foi colocado sobre uma base de granito liso e observou-se se o alginato refluía pelo furos da forma. Quando isso ocorreu o excesso foi removido. Durante a presa do alginato foram introduzidos os dentes em cada furo da forma, totalizando dez dentes. Uma vez tomado presa, observou-se o refluxo de excesso de alginato nos respectivos furos da forma, sendo removidas pequenas porções que se apresentavam como excesso. Essa operação visou deixar totalmente livre a porção das aberturas que iria receber a resina para confecção dos anéis. A resina autopolimerizável foi manipulada em pequenas porções e os furos preenchidos gradativamente. Como procedimento prévio ao preenchimento dos furos pela resina, tomou-se o cuidado de isolar as porções da forma que estariam em contato com a resina, atentando, contudo, para que o isolante não atingisse os dentes. Após a presa, os dentes foram retirados da forma com os respectivos anéis de resina, e os excessos dessa foram removidos com broca (Fig.7). Os anéis foram utilizados para as tomadas radiográficas e para a manutenção dos dentes em posição no momento da odontometria eletrônica. Uma vez colocados nos anéis de resina, os dentes foram submetidos à abertura coronária e à confecção de uma superfície plana na coroa. Esse procedimento visou a criação

de referências mais precisos e constantes para os cursores de borracha. A câmara pulpar foi lavada com soro fisiológico com o intuito de remover detritos e restos pulpares ainda presentes. Foram removidas totalmente pequenas restaurações remanescentes e tecido cariado.



Figura 7 – Dentes com os anéis de resina preparados.

4.2.3 Confeção do suporte para as radiografias

O suporte para as tomadas radiográficas foi construído a partir de pequenas placas de nylon. Foi confeccionado um quadro com 4cm por 6 cm, sendo que a placa superior recebeu um furo/suporte com as mesmas dimensões dos furos da forma. Portanto, os dentes com os anéis de resina se adaptavam de maneira estável para as tomadas radiográficas. Na porção externa da abertura na qual se inseriu o dente com o anel foi feita uma marca com o intuito de padronizar a posição do mesmo. No anel também existia a marca que deveria corresponder à marca do suporte. Na placa inferior do suporte foi confeccionado um sulco no qual se adaptava o filme, mantendo-o em posição. Este conjunto do suporte foi apoiado sobre um fragmento de cano de PVC de 70 mm de diâmetro. Esse cano

de PVC foi cortado em forma de meia cana, sendo que no meio do cano existia um degrau como padronizador na colocação do dispositivo no cilindro localizador do aparelho de raios X. Esse conjunto foi mantido em posição através de uma abraçadeira metálica que se adaptava ao cilindro (figs.4, 5 e 6). No momento de colocar o posicionador no aparelho, observava-se apenas o referencial da distância foco-filme, visto que a posição do dente em relação ao filme era mantida sempre fixa.

4.2.4 Tomadas Radiográficas

Com o suporte para as radiografias devidamente fixado, colocou-se o dente com os anéis de resina nos respectivos receptáculos nos posicionadores. No momento da primeira radiografia para cada dente, marcou-se a posição no posicionador e no anel de resina, para que as demais radiografias fossem feitas exatamente na mesma posição. Uma vez colocado o dente no posicionador e marcada a posição em que se encontrava, realizou-se a primeira radiografia de estudo para cada dente, com tempo de exposição de 0,4 segundo. A manutenção do filme em posição é realizada pelo sulco existente na base do posicionador, ficando o dente paralelo ao longo eixo do filme, Portanto, a técnica radiográfica foi a do paralelismo, existindo, assim, menor distorção da imagem. Todos os dentes foram radiografados e as radiografias avaliadas. Dentes que apresentavam, radiograficamente, alterações que pudessem dificultar ou impossibilitar o acesso até a região apical foram excluídos do estudo. As radiografias dos dentes selecionados foram colocadas em um suporte plástico e foram codificadas.

4.2.5 Processamento Radiográfico

As radiografias periapicais foram processadas utilizando a processadora AT 2000 plus (Air Techniques – Hicksville – NY - EUA) com tempo total de processamento de 6 minutos.

4.2.6 Confeção do suporte para as odontometrias

O suporte para as odontometrias foi confeccionado a partir de placas de nylon de 22 cm por 8 cm e 6mm de espessura. Dez furos foram utilizados como receptáculos para os dentes com os anéis de resina. Esses furos apresentavam as mesmas dimensões daqueles furos da forma usada para fazer os anéis de resina, portanto 20 mm na metade superior da espessura e 14mm na outra metade inferior. A placa de 20cm por 8cm, que apresentava os furos, foram acopladas em duas placas menores de 8cm por 2cm que funcionou como suporte (Fig. 3). Esse conjunto foi posto dentro de um receptáculo com soro fisiológico, de tal maneira que colocados os dentes com os anéis de resina nos devidos furos, a região apical dos dentes mantinha contato direto com o soro fisiológico.

4.2.7 Exploração dos canais, obtenção da medida real e odontometria eletrônica

Os dentes selecionados para o estudo, através dos critérios de avaliação das condições macroscópicas (completa formação da raiz e ausência de fraturas apicais) e avaliação radiográfica, foram armazenados: desses, dez foram posicionados no suporte construído para a odontometria eletrônica. Realizou-se a exploração dos canais inundados com soro fisiológico, inicialmente com a lima 10, depois com a lima 15 , de maneira que essas limas emergissem, aproximadamente, 1mm na região apical. Nessa fase foram excluídos alguns canais que apresentavam resistência excessiva à penetração da lima 10 ou passagem livre com a lima 15. Com uma lupa de 2,5 vezes de aumento, definiu-se o comprimento real do dente no ponto que a lima emergia da constrição apical.

Inicialmente, realizou-se esse procedimento nos dez dentes presentes no suporte; o procedimento foi repetido com os demais dentes até completar essa verificação em todo o grupo da amostragem. Uma vez realizada a patência dos canais com a lima 15, partiu-se para a odontometria eletrônica com a lima 20. A lima foi penetrada até as proximidades da região apical e o excesso de soro fisiológico presente na câmara foi removido. Nesse ponto foi conectado na lima um dos localizadores apicais. A alça labial foi mantida no interior do soro fisiológico presente no recipiente que recebia o suporte com os dentes. A lima foi penetrada até o ponto definido pelo localizador apical em 1mm aquém do ápice (Fig. 8).



Figura 8 – Localizador apical conectado

A lima foi mantida nesse ponto, o cursor posicionado na referência e a posição conferida novamente no localizador apical. Retirou-se a lima do interior do canal e realizou-se a primeira medida com o paquímetro digital até duas casas decimais. Nesse mesmo canal, penetrou-se com a lima até as proximidades da região apical, conectou-se o localizador e continuou-se o movimento em direção à região apical até a posição que o aparelho indicava que havia passado da constricção apical (Figs. 9, 10 e 11).



Figura 9 – Localizador Root ZX indicando posição além do ápice

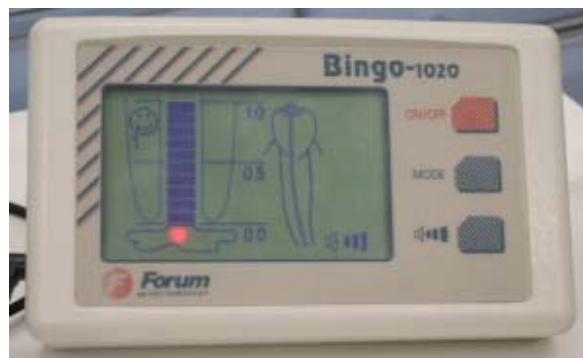


Figura 10 – Localizador Bingo 1020 indicando posição além do ápice



Figura 11 – Localizador Novapex indicando posição além do ápice

Realizou-se o recuo até a posição definida como ponto zero ou constrição apical na odontometria eletrônica. O cursor foi novamente posicionado, seguindo a mesma referência inicial, e a localização da ponta da lima conferida no posicionador. Realizou-se a segunda medida com o paquímetro digital. Essa medida foi realizada em todas as raízes, perfazendo um total de 71 canais, portanto para cada localizador apical realizou-se 142 medidas. As medidas foram repetidas seguindo a mesma metodologia para os três localizadores apicais definidos de maneira aleatória como A, B e C. A ordem de utilização de cada aparelho foi em número de seis combinações possíveis: ABC, BCA, CAB, BAC, CBA, ACB. Isso para eliminar a possibilidade de a segunda e da terceira penetração da lima influenciar nas medidas. Os dados foram tabulados e encaminhados à análise estatística. Para o localizador apical Bingo 1020, a cada odontometria eletrônica, o dente com o anel de resina era colocado no suporte para radiografias e realizada uma tomada radiográfica. Nesse caso, a posição do dente foi a mesma da radiografia inicial para a análise radiográfica dos espécimes. A radiografia foi processada automaticamente perfazendo um tempo total de 6 minutos. As radiografias foram realizadas tanto na posição definida pelo localizador em 1mm como na posição zero; foram montadas em suporte plástico adequado e codificadas.

4.2.7 Avaliação radiográfica

As radiografias foram avaliadas por três especialistas em endodontia com aproximadamente o mesmo tempo de experiência profissional. A avaliação foi feita de maneira individual, sem contato entre os três profissionais, e foi realizada sob as mesmas condições ambientais, ou seja, o negatoscópio utilizado para essa avaliação foi mantido no mesmo local nas três avaliações. Junto com as radiografias foi fornecida uma máscara feita a partir de um filme extra-oral

totalmente velado, com a abertura ligeiramente menor que o filme periapical. Os avaliadores foram orientados a não utilizar lupas de aumento e a empregar o mesmo tempo que utilizavam para avaliar uma radiografia de odontometria nos procedimentos clínicos. Juntamente com as radiografias foi fornecida uma tabela com quatro opções possíveis:

- mais de 1mm aquém do ápice.
- 1 mm aquém do ápice.
- posição zero (no ápice).
- além do ápice.

Alguns dentes foram selecionados com finalidade de ilustrar a posição da lima em relação à constrição apical e sem finalidade estatística, foram analisados no microscópio eletrônico de varredura MEV (figs. 12 e 13).



Figura 12 –Radiografia do dente da amostra nº 14 com a lima na posição 0

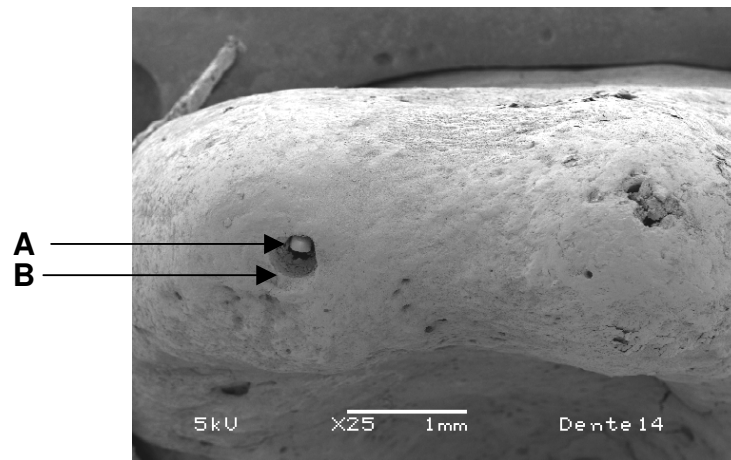


Figura 13 – Imagem no MEV do ápice da raiz mesial do dente da amostra nº 14 com alima na posição 0 do localizador.
(**A** – ponta da lima **B** – forame apical)

Os dados obtidos através dos três avaliadores, foram encaminhados à estatística para serem confrontados com a posição da lima definida pelo localizador apical.

5 – RESULTADOS

5.1 Teste entre os 3 localizadores apicais nos pontos 1mm e 0mm.

Para avaliação estatística dos dados, que foram as medidas nos pontos 1 mm e 0, fornecidos pelos 3 localizadores apicais, optou-se por realizar a análise não-paramétrica, através do teste de Friedman. Para o teste de Friedman, similar à análise de variância two-way (em blocos casualizados), os dados são substituídos por cada medida, dentro de cada canal. Por exemplo, para o canal 1, ponto 0 mm., os valores são 21,69, 21,75 e 21,78 para os localizadores Root ZX, Bingo 1020 e Novapex, respectivamente. Esses valores são substituídos por 1, 2 e 3 segundo a ordem em que apareceram, ou seja, 1 para o Root ZX, 2 para o Bingo 1020 e 3 para o Novapex. Calculadas as medidas dentro de cada um dos canais, obtém-se as somas das medidas de cada canal e calcula-se a estatística de teste S. O mesmo procedimento é feito para o cálculo da estatística de teste para os dados a 1 mm.

Os resultados obtidos estão nos quadros 1 e 2, nos quais observa-se que não são constatadas diferenças significativas entre os localizadores, tanto no ponto 0 mm. como no ponto 1 mm., ou seja, os localizadores não produzem medidas estatisticamente diferentes para as medidas dos canais nos pontos observados. Para o ponto 0 mm., o valor da estatística de Friedman foi de 2,56, com um p-valor igual a 0,278 ($> 0,05$). Utilizando os dados do ponto 1mm, a estatística de teste foi 3,38, com um p-valor igual a 0,184($> 0,05$).

Quadro 1. Médias e outras medidas importantes e Teste de Friedman (N = 71) – 0 mm.

Localizador	Medianas	Médias	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Teste de Friedman
ROOT ZX	19,69	19,531	1,672	15,53	22,95	A
BINGO	19,80	19,459	1,595	15,36	22,85	A
NOVAPEX	19,57	19,473	1,699	15,45	22,83	A
						S=2,56; p = 0,278

Quadro 2. Médias e outras medidas importantes e Teste de Friedman (N = 71) – 1 mm.

Localizador	Medianas	Médias	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Teste de Friedman
ROOT ZX	19,01	18,807	1,7013	14,00	21,90	A
BINGO	18,97	18,808	1,6376	14,27	21,98	A
NOVAPEX	18,73	18,782	1,6709	14,01	21,87	A
						S=3,38; p = 0,184

O teste de Friedman indicou que os três aparelhos não diferem entre si, tanto a 0mm como a 1mm. Entretanto, novas verificações podem e devem ser efetuadas.

Inicialmente, foi verificado se as medidas dos aparelhos estavam calibradas, calculando-se a diferença entre as medidas a 1mm e 0mm, e, a seguir, se a diferença, considerando cada aparelho, era igual a 1mm. Considerando-se os três localizadores conjuntamente, a mediana é 0,67mm, ou seja, abaixo de 1mm.

Assim, em termos gerais, os localizadores não diferem entre si quando se verificam as medidas a 0mm e 1mm. Através da regressão linear entre os localizadores apicais, dois a dois, verificou-se a homogeneidade entre eles. Desse modo, foi feita a regressão entre os localizadores Bingo 1020 e Root ZX, entre os localizadores Novapex e Root ZX e entre os localizadores Bingo e Novapex, tanto na posição 0 mm (gráficos 1, 2 e 3) quanto na posição 1mm (gráficos 4, 5 e 6).

Gráfico 1. Regressão entre Root vs Bingo – 0 mm

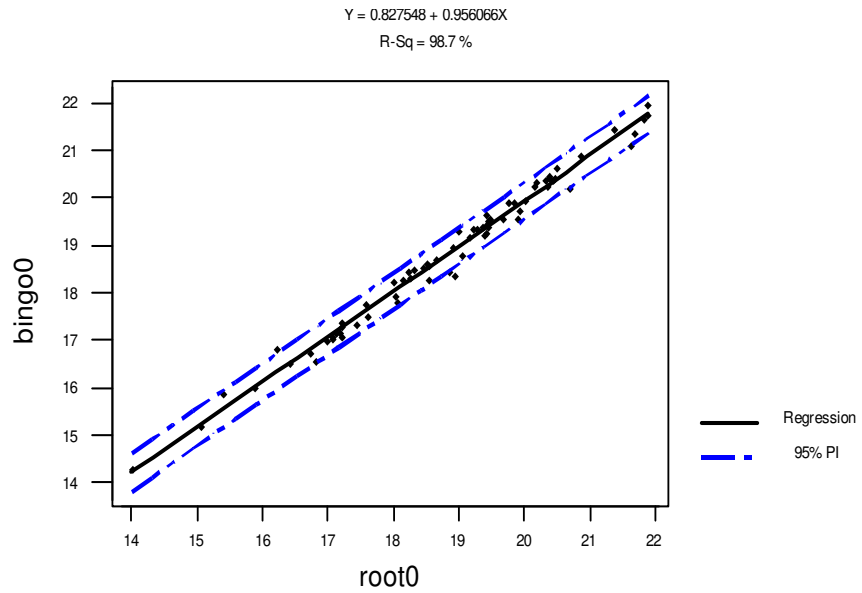


Gráfico 2. Regressão entre Root vs Novapex – 0 mm

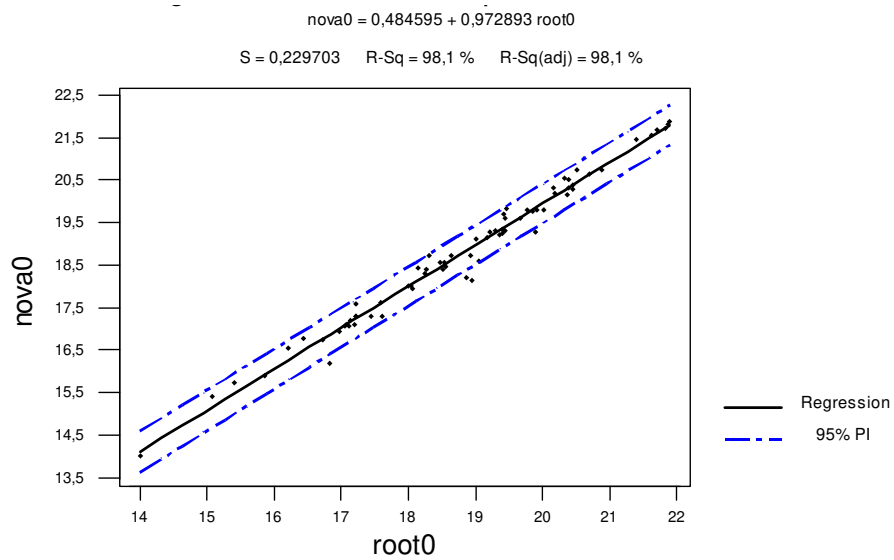


Gráfico 3. Regressão entre Bingo vs Novapex – 0mm

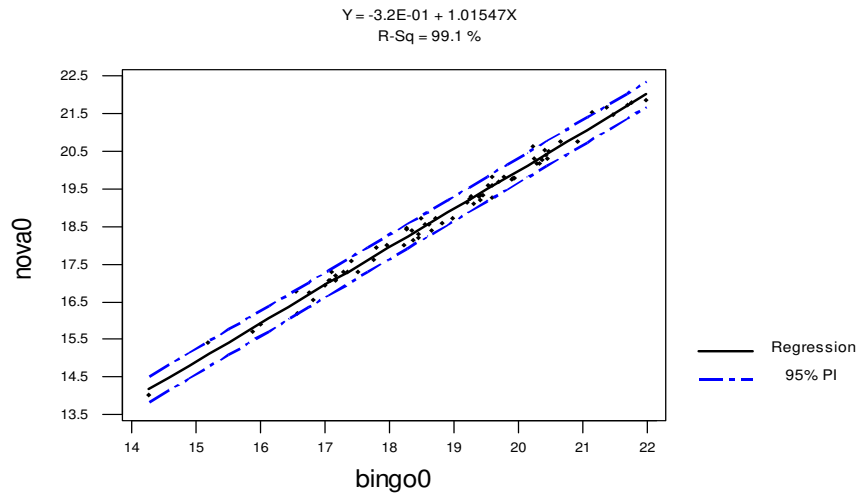


Gráfico 4. Regressão Bingo vs Root - 1 mm.

$$\text{bingo1} = 1,11653 + 0,939147 \text{ root1}$$

S = 0,282715 R-Sq = 96,9 % R-Sq(adj) = 96,9 %

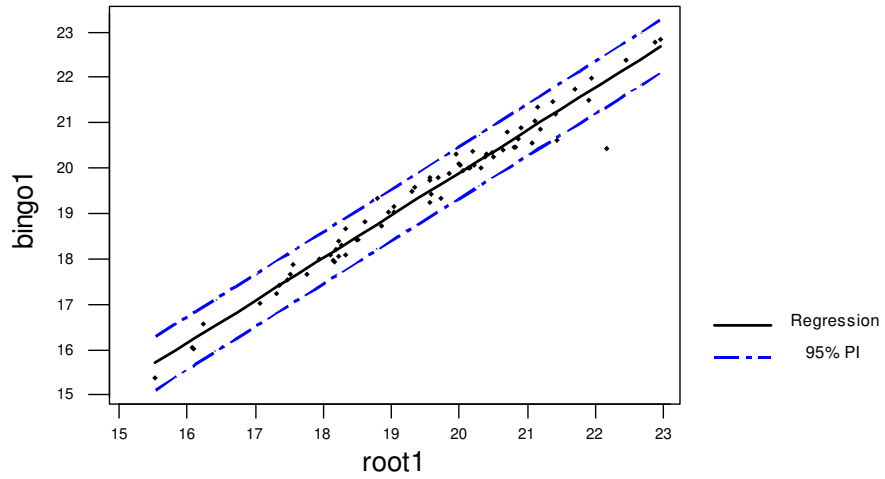


Gráfico 5. Regressão NOVAPEX vs ROOT - 1mm.

$$\text{nova1} = -0,210460 + 1,00780 \text{ root1}$$

S = 0,220676 R-Sq = 98,3 % R-Sq(adj) = 98,3 %

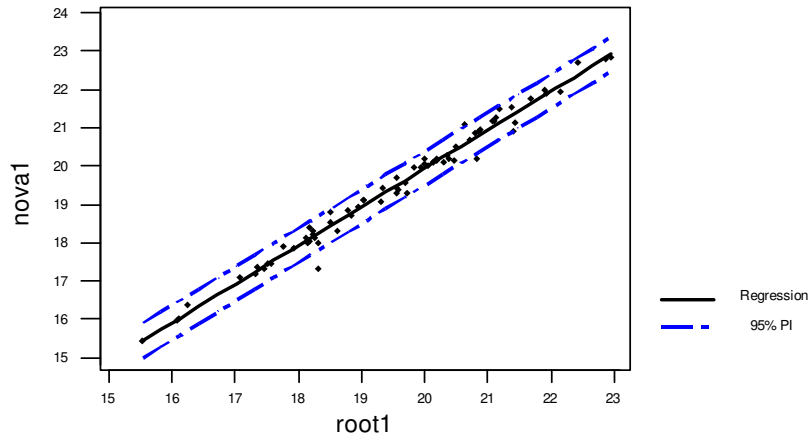
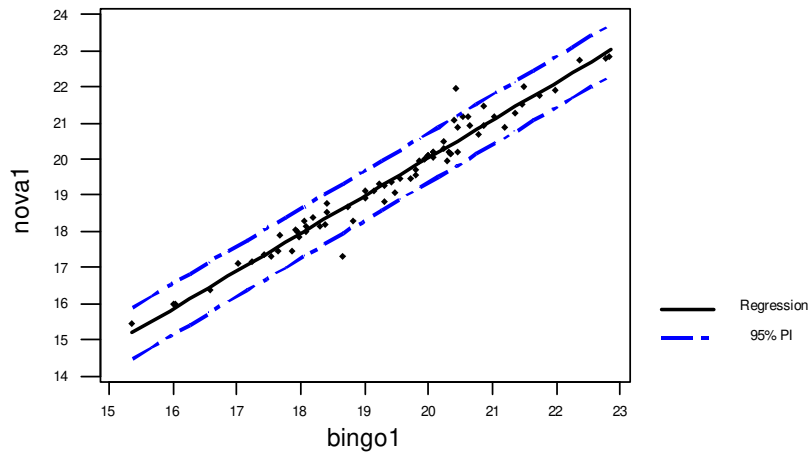


Gráfico 6. Regressão NOVAPEX vs BINGO - 1mm

$$\text{nova1} = -0,838207 + 1,04379 \text{ bingo1}$$

S = 0,341832 R-Sq = 96,0% R-Sq(adj) = 96,0%



5.2 Teste comparativo para o comprimento real e o ponto 0mm.

Foram tomadas as medidas reais com o intuito de comparação das medidas feitas pelos três localizadores apicais (Root ZX, Bingo 1020 e Novapex). Calculou-se então as diferenças absolutas dos valores reais (VR) e aqueles obtidos pelos localizadores (Root ZX, Bingo 1020 e Novapex) com o objetivo de verificar se essas diferenças eram significativas. Dois aspectos foram colocados na discussão:

- a) qual o percentual de diferenças que ultrapassam determinados limites fixados (0,50 e 0,75 mm)?
- b) Os localizadores diferem significativamente entre si no que se refere às diferenças entre os valores obtidos por eles e os valores reais?

No primeiro caso, foram calculadas as diferenças entre as medidas dos localizadores e as medidas reais e obteve-se então o percentual, para cada localizador, das diferenças 0,50 mm e 0,75 mm.; foram comparadas, então, os percentuais (ou proporções) obtidos. No segundo caso, utilizando o teste de Friedman sobre as diferenças absolutas, se pôde verificar se as diferenças entre os localizadores eram ou não significativas, baseadas no valor real do tamanho do dente.

Quadro 3. Percentuais de diferenças menores que 0,75 e 0,50

Máquinas	Diferença <	
	0,75	Diferença < 0,50
Root	94,37	80,87
Bingo	92,96	78,24
Novapex	94,37	79,42

Os resultados indicam que o localizador Root ZX gera valores mais próximos dos valores reais, já que para as duas diferenças obtêm-se percentuais maiores para esse localizador (quadro 3). Nas demais comparações, as diferenças entre proporções não são significativas ao nível de 5%. Observa-se ainda que, para nenhum localizador, a diferença ultrapassa 0,89 mm.

Quando comparadas as diferenças absolutas entre os valores reais e os valores medidos pelos localizadores, utilizando o teste de Friedman, considerando cada canal como um bloco, tem-se que a estatística de teste é $S = 5,90$, cujo p-valor é igual a $0,052$. Ou seja, tomando o nível de significância de 5% de forma rígida, considera-se que os três localizadores não apresentam diferenças significativas no que se refere às diferenças entre os valores reais e os valores medidos pelos mesmos.

5.3 Teste para comparação entre a avaliação radiográfica e a medida fornecida pelo localizador apical Bingo 1020 no ponto 0 mm.

Para verificar a concordância dos três juízes com relação à avaliação radiográfica, foram utilizadas, inicialmente, tabelas de contingência.

Foi utilizada a seguinte notação:

- 0: mais de 1 mm aquém;
- 1: 1 mm aquém;
- 2: 0 mm;
- 3: além.

Os dados reais obtidos eram apenas do tipo 1 ou 2, mas para os juízes foram oferecidas, além das alternativas 1 e 2, as alternativas 0 e 3. Para o juiz A, o p-valor do teste de Fisher é de $0,031$, ou seja, é significativa. No caso em questão, o fato de ser significativo, indica que os valores do juiz A se assemelham aos dados reais. Outra forma de verificar essa hipótese é calcular o valor do kappa de Cohen. O valor obtido para o kappa foi de $0,3265$ (p-valor = $0,014$). Apesar de

esse valor ser significativo, ele é baixo já que das 44 notas dadas pelo juiz A, 29 (66%) foram corretas.

No caso do juiz B, obteve-se, para o teste de Fisher, o valor 6,378 (p-valor 0,083), indicando não haver concordância entre o juiz B e os valores reais. Dos 45 canais observados em apenas 23 (51%) houve concordância. O valor do kappa de Cohen foi de 0,168 (p-valor = 0,089), indicando não haver concordância entre o juiz B e os valores reais.

Nos dados de concordância entre C e os dados reais, o teste exato de Fisher apresenta um valor de 3,254 (p-valor = 0,169), não significativo. O valor de kappa foi de 0,2212, não significativo (p-valor = 0,064), ou seja, as notas dadas pelo juiz C não são concordantes com os valores reais.

Outra maneira de verificar o comportamento dos três juízes em relação aos dados reais (corretos) é verificar o número de erros. O Quadro 4 mostra esses resultados, indicando que 0 erros, ou seja, acerto de todos os juízes, só ocorre em 34,1% dos casos e que o erro dos três juízes ocorre em 9 dos 44 casos.

Quadro 4. Número de raízes considerando os erros.

ERROS	Contagem	%	Acumulado	% Acumulado
0	15	34,1	15	34,1
1	13	29,6	28	63,6
2	7	15,9	35	79,6
3	9	20,5	44	100,0

6 – DISCUSSÃO

Os localizadores apicais são métodos auxiliares de real valor na endodontia. Ao longo dos anos esses equipamentos vêm sendo aprimorados com mudanças no princípio de funcionamento, tornando-os mais confiáveis. Outrossim a sua precisão tem sido balizada em vários trabalhos de pesquisa. São muitas as vantagens descritas a favor da odontometria eletrônica em confronto com a odontometria radiográfica. A primeira delas a ser enumerada, assim como salientou Saad & Al-Nazhan (2000), Fouad & Reid (2000), é a possibilidade de diminuição da dose de radiação durante a terapia endodôntica. O número de tomadas radiográficas pode ser diminuído quando se usa os localizadores apicais como determinante da odontometria. Nesse sentido, os autores indicam de maneira mais enfática o uso dos localizadores apicais em situações que se deve reduzir de maneira sensível a dose da radiação, como é o caso de pacientes grávidas. No entanto a maior vantagem da odontometria eletrônica em relação à odontometria radiográfica é a possibilidade da localização da constrição apical e não do ápice radiográfico, afirmação endossada por Kobayashi (1995).

Na avaliação comparativa das medidas reais dos dentes em relação aos 3 localizadores apicais, pudemos observar que o Root zx apresentou uma porcentagem de 80,87% de precisão dentro de uma tolerância de 0,5mm acima ou abaixo da medida real. Essa constatação está abaixo do percentual obtido por Shabahang *et al.* (1996) que foi de 96,2% na tolerância de 0,5mm. No entanto, esses autores utilizaram uma amostra de 26 dentes, menor, portanto, que a amostra do presente estudo. Em outro estudo comparativo da medida real com a odontometria eletrônica utilizando o Root ZX, Pagavino *et al.* (1998) utilizaram

dentes com indicação de extração. Os dentes foram medidos com o localizador apical, extraídos e avaliados com o microscópio eletrônico. Os autores encontraram uma precisão de 82,75%, valores concordantes com o presente trabalho, que determinou uma precisão de 80,87%.

Ounsi & Naaman (1999) realizaram um trabalho *in vitro* para avaliar a precisão do localizador apical Root ZX . Os autores determinaram medidas precisas em 84,72% dos dentes com um desvio de 0,5mm. Estes resultados estão próximos dos obtidos neste trabalho de pesquisa. Em outra avaliação, Welk *et al.* (2003) determinaram que o localizador apical Root ZX foi capaz de localizar a constrição apical em 90,7% dos casos. Portanto, os resultados obtidos neste presente trabalho estão próximos dos resultados observados na literatura recente, quando se compara o localizador apical Root ZX com a medida real dos dentes.

No tocante à avaliação comparativa entre os localizadores apicais, os resultados deste estudo indicaram que não houve diferença estatística entre os três equipamentos avaliados. Resultados similares foram encontrados por Tinaz *et al.* (2002), que avaliaram o Root ZX, Bingo 1020 e Apex Finder. Os autores avaliaram a precisão das medidas, *in vitro*, dos três aparelhos, encontrando resultados similares entre o root zx e o bingo 1020.

A equivalência de medida entre os localizadores Root ZX e Bingo 1020 foi observada por Kaufman *et al.* (2002) que realizaram avaliação *in vitro*. Ambos os aparelhos mediram o dente com bastante precisão, a qual não foi influenciada pelo irrigante. Os autores concluem que o Bingo 1020 provou ser tão confiável quanto o Root ZX e de fácil utilização. Esses resultados estão em consonância com achados verificados no presente estudo que mostra que os três localizadores apicais não apresentaram diferenças significativas nas condições da pesquisa, tanto na posição 1mm quanto na posição 0

Assim como os localizadores apicais Root ZX e Bingo 1020 não demonstraram diferenças estatísticas significantes entre si, concordando com o trabalho de pesquisa anterior e ratificando-o, o Novapex também não demonstrou diferenças estatísticas. Contudo, a literatura não apresentava nenhum trabalho de

pesquisa que pudesse endossar essa constatação, até o término da coleta de dados para a revisão da literatura. Portanto, nas condições da pesquisa, os 3 equipamentos comportaram-se de maneira similar com relação à determinação do ponto 1mm e posição 0.

Na avaliação radiográfica foram escolhidos como avaliadores endodontistas com aproximadamente o mesmo tempo de experiência clínica. A necessidade de equalização dos avaliadores na observação radiográfica pode ser observada no trabalho de ROHLIN *et al.* (1991). As radiografias foram avaliadas por profissionais da área de radiologia, endodontia e clínicos gerais, situação em que foi possível observar variações de resposta entre pelo menos dois grupos definidos pela especialidade.

Os localizadores apicais trazem no painel mostrador alguns pontos, entre eles o ponto 1mm aquém da constrição apical e a posição 0 que corresponde à constrição apical. Demonstra também, através de sinal sonoro e sinal luminoso, o momento que a lima trespassa para além da constrição apical. Em termos puramente matemáticos, a diferença entre os pontos 1mm e posição 0 é igual a 1. No entanto, considerando-se os três localizadores conjuntamente, a mediana é 0,67mm, ou seja, abaixo de 1mm. Este resultado pode ter base nos achados obtidos por Dummer *et al.* (1984), que demonstraram algumas variações anatômicas da constrição apical, não sendo portanto, constante o valor de 1mm da diferença entre o início da constrição apical e a passagem da lima para além da constrição. Essa variação biológica deve ser considerada na avaliação da mediana 0,67.

Quando comparada a odontometria eletrônica definida pelo Bingo 1020 com a odontometria radiográfica observa-se uma discrepância significativa nos avaliadores B e C. No avaliador A, não obstante o cálculo estatístico definir que os valores da odontometria eletrônica se assemelharam com à odontometria radiográfica, o índice de acerto foi baixo: 66%. Portanto, conclui-se, nas condições da pesquisa, que para os avaliadores B e C a odontometria radiográfica não definiu com precisão as posições 1mm aquém do ápice e posição 0. Esses

achados não estão de acordo com os resultados obtidos por Becker *et al.* (1980), que afirmaram que as radiografias foram superiores em relação aos localizadores apicais. Já Fouad *et al.* (1990), em um trabalho comparativo de 5 localizadores apicais, definiram como desejáveis o uso das radiografias na determinação do comprimento de trabalho. Hembrough *et al.* (1993), utilizando ambas as modalidades de odontometria em molares superiores, não indicaram a substituição da odontometria radiográfica pelo localizador apical. No entanto, vale salientar que esses trabalhos foram realizados antes de 1994, antes, porém, dos estudos de Kobayashi & Suda (1994), que preconizaram um novo sistema de funcionamento dos localizadores apicais, tornando esses equipamentos menos sensíveis a variações de conteúdo no interior do canal radicular.

Bramante & Berbert (1974) demonstraram que o método de Ingle, portanto, odontometria radiográfica, foi mais eficiente que o método de Sunada, odontometria eletrônica. No entanto, os autores concluíram que a odontometria eletrônica foi mais precisa nos dentes molares e pré-molares superiores. Esses achados, em que a odontometria eletrônica mostrou melhores resultados, concordam com os resultados do presente estudo.

Os resultados obtidos por Pratten & McDonald (1996) definem a odontometria eletrônica como mais confiável que a odontometria radiográfica, endossando os resultados desse estudo. Os autores realizaram a odontometria eletrônica em cadáveres humanos e avaliação histológica dos dentes extraídos. Embora a metodologia siga parâmetros diferentes, as conclusões estão próximas do presente trabalho.

Embasado na literatura e nos resultados analisados neste trabalho, conclui-se que os localizadores apicais são auxiliares de extrema utilidade na prática endodôntica. Demonstrou-se, também, que a odontometria eletrônica é mais precisa que a odontometria radiográfica. No entanto, deve-se considerar ocasiões em que a odontometria radiográfica seja um procedimento complementar no intuito de melhorar a qualidade final do tratamento endodôntico.

7 - CONCLUSÕES

Embasado na literatura pertinente e nos achados desse trabalho, conclue-se que:

1 – Os localizadores apicais Bingo, Novapex e Root ZX determinaram medidas similares tanto na posição 1mm aquém do ápice quanto na posição 0.

2- Não houve diferença significativa entre as medidas dos três localizadores apicais e a medida real dos dentes.

3 – A odontometria radiográfica teve diferença significativa em relação à odontometria eletrônica, fornecida pelo Bingo 1020, nos avaliadores B e C. No avaliador A não houve diferença significativa

REFERÊNCIAS*

ARORA RK, GULABIVALA K. An in vivo evaluation of the endex and rcm mark II electronic apex locators in root canal with different contents. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1995; 79(4): 497 – 503.

AURELIO J.A., NAHMIAS Y., GERSTEIN H. A model for demonstrating an electric canal length measuring device. **J. Endod.** 1983; 9(12): 568 – 9.

BEACH C.W., BRAMWELL J.D., HUTTER J.W. Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient. **J. Endod.** 1996; 22(4): 182 – 4.

BECKER G.J., LANKELMA P., WESSELINK P.R., VAN VELZEN T. Electronic determination of root canal length. **J. Endod.** 1980; 6 (12): 876 – 80.

BERMAN L.H., FLEISCHMAN S.B. Evaluation of the accuracy of the neosono-d electronic apex locator. **J. Endod.** 1984;10 (4): 164 – 7.

BRAMANTE C. M. & BERBERT A. A critical evaluation of some methods of determining tooth length. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1974 ;37(3):463-73.

BRUNTON P.A., DILSHAN A., MACFARLANE T.V. The effect of an apex locator on exposure to radiation during endodontic therapy. **J. Endod.** 2002; 28 (7): 524 – 26.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

BUSH L.R., CHIAT L.R., GOLDSTEIN L.G., HELD S.A., ROSENBERG P.A. Determination of the accuracy of the sono-explorer for establishing endodontic measurement control. **J. Endod.** 1976; 2 (10): 295 – 7.

CZERW R.J., FULKERSON M.S., DONNELLY J.C, 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.

CZERW R.J., FULKERSON M.S., DONNELLY J.C, WALMANN J.O. In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. **J. Endod.** 1995; 21 (11): 572 – 5.

DONNELLY J.C., A simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. **J. Endod.** 1993(11): 579 – 80.

DUNLAP C.A., REMEIKIS N.A., BEGOLE E.A., RAUSCHENBERGER C.R. An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canal. **J. Endod.** 1998; 24(1): 48 – 50.

DUMMER P.M.H., MCGINN J.H., REES D.G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. **Int. Endod. J.** 1984; 17, 192 – 98.

ELAYOUTI A., WEIGER R., LÖST C. Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length. **J. Endod.** 2001; 27(1):49 – 52.

ELAYOUTI A., WEIGER R., LÖST C. The ability of root zx apex locator to reduce the frequency of overestimated radiographic working length. **J. Endod.** 2002; 28(2): 116 – 19.

FABER J.P., BERNSTEIN M. The effects of instrumentation on root canal length as measured with an electronic device. **J. Endod.** 1983; 9(3): 114 – 5.

FOUAD A.F., KRELL K.V. An in vitro comparison of five root canal length measuring instruments. **J. Endod.** 1989; 15(12): 573 – 77.

FOUAD A.F., KRELL K.V., McKENDRY D.J., KOORBUSH G.F., OLSON R.A. A clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments. **J. Endod.** 1990; 16(9): 446 – 9.

FOUAD A.F., RIVERA E.M., KRELL K.V. Accuracy of the endex with variations in canal irrigants and foramen size. **J. Endod.** 1993; 19(2): 63 – 7.

FOUAD A.F., REID L.C. Effect of using electronic apex locator on selected endodontic treatment parameters. **J. Endod.** 2000; 26(6): 364 – 7.

GAROFALO R.R., EDE E. N., DORN S. O., KUTTLER S. Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function. **J. Endod.** 2002; 28(12): 831 – 3.

GOLDBERG F., DE SILVIO A.C., MANFRÉ S., NASTRI N. In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulated apical root resorption. **J. Endod.** 2002; 28(6): 461 – 3.

GUSSOW M. **Eletricidade Básica.** , São Paulo: Schaum CGraw-Hill; 1985.

HEMBROUGH J.H., WEINE F.S., PISANO J.V., ESKOZ N. Accuracy of an electronic apex locator: a clinical evaluation in maxillary molars. **J. Endod.** 1993; 19(5): 242 – 7.

HUANG L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. **J. Endod.** 1987;13(2): 60 – 4.

IBARROLA J.L., CHAPMAN B.L., HOWARD J.H., KNOWLES K.I., LUDLOW M.O. Effect of preflaring on root zx apex locators. **J. Endod.** 1999; 25(9): 625 – 6.

JENKINS J.A., WALKER W.A., SCHINDLER W.G., FLORES C.M. An in vitro evaluation of the accuracy of the root zx in the presence of various irrigants. **J. Endod.** 2001; 27(3): 209 – 11.

KAUFMAN A.Y., 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.

KAUFMAN A.Y., KEILA S., YOSHPE M. Accuracy of new apex locator: an in vitro study. **Int. Endod. J.** 2002; 35(2): 186 – 92..

KIELBASSA A.M., MULLER U., MUNZ I., MONTING J.S., Clinical evaluation of measuring accuracy of root zx in primary teeth. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 2003; 95(1): 94 – 101.

KOBAYASHI C. Electronic canal length measurement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1995; 79(2): 226 – 31.

KOBAYASHI C., SUDA H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. **J. Endod.** 1994; 20(3): 111 – 4.

KUTLER Y. Microscopic investigation of root apices. **J. Am. Dent Assoc.** 1955; 50: 544 – 52.

MARTINEZ-LOZANO M.A., FORNER-NAVARRO L., SÁNCHEZ-CORTÉZ J.L., LLENA-PUY C. Methodological considerations in the determination of working length. **Int. Endod. J.** 2001; 34: 371 – 76.

McDONALD N.J. The electronic determination of working length **Dent. Clinics of North Amer.** 1992; 36(2): 293 – 307.

MEAREZ W.A., STEIMAN R. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the root length electronic apex locator. **J. Endod.** 2002; 28(8): 595 – 8.

MENTE J., SEIDEL J., BUCHALA W., KOCH M.J. Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. **Int. Endod. J.** 2002; 35: 447 – 52.

NAHMIAS Y., AURELIO J.A., GERSTEIN H. Na in vitro model for evaluation of electronic root canal length measuring devices. **J. Endod.** 1987, 13(5): 209 – 14.

NGUYEN H.Q., KAUFMAN A.Y., KOMOROWSKI R.C., FRIEDMAN S. Electronic length measurement using small and large files in enlarged canals. **Int. Endod. J.** 1996; 29(6): 359 – 64.

OISHI A., YOSHIOKA T., KOBAYASHI C., SUDA H. Electronic detection of root canal constrictions. **J. Endod.** 2002; 28(5): 361 – 4.

OLSON A.K., GOERIG A.C., CAVATAIO R.E., LUCIANO J. The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. **Int. Endod. J.** 1991; 24: 28 – 35.

O' NEILL L.J. A clinical evaluation of electronic root canal measurement. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1974 ; 38(3):469-73.

OUNSI H.F., NAAMAN A. In vivo evaluation of the reliability of the root zx electronic apex locator. **Int. Endod. J.** 1999; 32(2): 120 – 3.

PAGAVINO G., PACE R., BACCETTI T. A SEM study of in vivo accuracy of the root zx eletroni apex locator. **J. Endod.** 1998; 24(6): 438 – 41.

PALMER M.J., WEINE F.S., HEALY H. J. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. **J Can Dent Assoc.** 1971; 37(8):305-8.

PILOT T.F., PITTS D.L., Determination of impedance change at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant. **J. Endod.** 1997; 23(12): 719 – 24.

PONCE E.H., FERNÁNDEZ J.A.V. The cemento-dentino- canal junction, the apical foramen, and the apical constriction: evaluation by optical microscopy. **J. Endod.** 2003; 29(3): 214 - 19.

PRATTEN D.H., McDONALD N.J. Comparison of radiographic and eletronic working lengths. **J. Endod.** 1996; 22(4): 173 - 6.

ROHLIN. M., KULLENDORFF B., AHLQWIST M., STENSTROM B. Observer performance in the assessment of periapical pathology: a comparison of panoramic with periapical radiography. **Dent. maxillo facial Radiol.** 1991; 20(3): 127-31.

RICUCCI D., Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review. **Int. Endod. J.** 1998; 31: 384 – 93.

RIVERA E.M., SERAJI M.K., Effect of recapitulation on accuracy of eletronicly determined canal lenght. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1993; 76(2): 225 – 30.

SAAD A.Y., AL-NAZHAN S. Radiation dose reduction during endodontic therapy. A new technique combining an apex locator (root ZX) an a digital system (radiovisiography). **J. Endod.** 2000; 26: 144 - 7.

SHABAHANG S., GOON W.W.Y., GLUSKIN A.H., An in vivo evaluation of root ZX eletronic apex locator. **J. Endod.** 1996; 22(11): 616 - 18.

STEIN T.J., CORCORAN J.F., ZILLICH R.M., The influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements. **J. Endod.** 1990; 16(11): 520 - 2.

SUNADA I. New method for measuring the lenght of the root canal. **J. Dent. Res.** 1961; 41(2): 375 – 87.

SYDNEY B.S., BATISTA A., MELO L.L. The radiography platform: a new method to evaluate root canal preparation in vitro. **J. Endod.** 1991; 17(11): 570 – 2.

SAAD A.Y., AL-NAZHAN S. Radiation dose reduction during endodontic therapy: a new technique combining an apex locator (root zx) and a digital imaging system (radiovisiography). **J. Endod.** 2000; 26(3): 144 – 7.

SUZUKY, K. Study iontophoresis. **J. Jap. Stomatol.** 1942; 16: 411.

THOMAS A.S., HARTWELL G.R., MOON P.C. 2003 The accuracy of the root ZX eletronic apex locator using stainless-steel and nickel titanium files. **J. Endod.** 2003; 29(10): 662 – 3.

TINAZ A.C., MADEN M., AYDIN C., TÜRKÖZ E., The accuracy of three different electronic root canal measuring devices: an in vitro evaluation. **J. Oral Science.** 2002; 44(2): 91-95.

USHIYAMA J., New principle and method for measuring the root canal length. **J. Endod.** 1983; 9(3): 97 – 104.

USHIYAMA J., NAKAMURA M., NAKAMURA Y. A clinical evaluation of the voltage gradient method of measuring the root canal length. **J. Endod.** 1988; 14(6): 283 – 7.

VAJRABHAYA L., TEPMONGKOL P. Accuracy of apex locator. **Endod Dent Traumatol.** 1997; 13(4): 180 – 2.

WEIGER R., JOHN C., GEIGLE H., LÖST C. An in vitro comparison of two modern apex locators. **J. Endod.** 1999; 25(11): 765 – 8.

WELKE A.R., BAUMGARTNER J.C., MARSHALL J.G. An in vivo comparison of two frequency – based electronic apex locator. **J. Endod.** 2003; 28(8): 497 – 500.

ANEXO 1

Quadro 8. Resultados do ajuste dos valores da máquina Bingo em relação à Root – 1 mm.

Canais	Root1	Bingo1	Fits_rb	Sres_rb	PLInf_rb	PLSup_rb
--------	-------	--------	---------	---------	----------	----------

1	17,21	17,28	17,2814	-0,00763	16,8953	17,6675
2	16,72	16,75	16,8130	-0,33567	16,4252	17,2007
3	17,60	17,50	17,6543	-0,81656	17,2692	18,0394
4	19,01	19,31	19,0024	1,62223	18,6186	19,3861
5	16,21	16,81	16,3254	2,59949	15,9354	16,7154
6	20,69	20,22	20,6085	-2,06706	20,2215	20,9956
7	17,22	17,40	17,2910	0,57837	16,9049	17,6771
8	17,19	17,17	17,2623	-0,48997	16,8762	17,6485
9	19,67	19,59	19,6334	-0,22905	19,2489	20,0178
10	19,05	18,82	19,0406	-1,16329	18,6568	19,4244
11	21,83	21,69	21,6985	-0,04567	21,3063	22,0906
12	21,88	21,75	21,7463	0,02017	21,3538	22,1387
13	18,95	18,36	18,9450	-3,08456	18,5612	19,3287
14	18,87	18,44	18,8685	-2,25935	18,4848	19,2522
15	17,06	17,07	17,1380	-0,36146	16,7515	17,5246
16	16,98	17,00	17,0615	-0,32724	16,6747	17,4484
17	19,42	19,26	19,3943	-0,70900	19,0103	19,7784
18	18,55	18,27	18,5626	-1,54283	18,1788	18,9464
19	18,92	18,97	18,9163	0,28309	18,5326	19,3001
20	18,47	18,54	18,4861	0,28437	18,1022	18,8699
21	18,24	18,44	18,2662	0,91718	17,8822	18,6502
22	20,40	20,47	20,3313	0,73605	19,9452	20,7174
23	20,46	20,42	20,3887	0,16642	20,0024	20,7749
24	19,92	19,76	19,8724	-0,59436	19,4875	20,2573
25	20,51	20,65	20,4365	1,13419	20,0500	20,8229
26	20,88	20,92	20,7902	0,69186	20,4025	21,1779
27	21,90	21,98	21,7654	1,15966	21,3728	22,1579
28	19,29	19,38	19,2701	0,58003	18,8861	19,6540
29	19,44	19,52	19,4135	0,56227	19,0294	19,7976
30	19,85	19,90	19,8055	0,49987	19,4207	20,1902
31	19,41	19,44	19,3848	0,29140	19,0007	19,7689
32	19,22	19,38	19,2031	0,93295	18,8192	19,5870
33	19,17	19,20	19,1553	0,23562	18,7715	19,5392
34	18,65	18,70	18,6582	0,22055	18,2744	19,0419
35	18,01	18,22	18,0463	0,91735	17,6620	18,4306
36	17,13	17,15	17,2050	-0,29181	16,8186	17,5913
37	18,54	18,60	18,5530	0,24782	18,1692	18,9368
38	19,36	19,40	19,3370	0,33253	18,9530	19,7210
39	17,22	17,10	17,2910	-1,01346	16,9049	17,6771
40	17,45	17,34	17,5109	-0,90523	17,1254	17,8963
41	19,44	19,40	19,4135	-0,07107	19,0294	19,7976
42	18,52	18,64	18,5339	0,55961	18,1501	18,9177

Quadro 8. Resultados do ajuste dos valores da máquina Bingo em relação à Root – 1mm (continuação).

Canais	Root1	bingo1	Fits_rb	Sres_rb	PLInf_rb	PLSup_rb
43	21,39	21,47	21,2778	1,03078	20,8879	21,6677
44	20,17	20,24	20,1114	0,68126	19,7259	20,4969
45	20,32	20,40	20,2548	0,76998	19,8689	20,6407
46	20,40	20,44	20,3313	0,57686	19,9452	20,7174
47	18,26	18,34	18,2853	0,28858	17,9013	18,6693
48	17,08	17,05	17,1572	-0,56922	16,7706	17,5437
49	17,12	17,15	17,1954	-0,24106	16,8090	17,5818
50	20,45	20,37	20,3791	-0,04826	19,9928	20,7653
51	20,19	20,33	20,1305	1,05687	19,7450	20,5160
52	19,77	19,91	19,7290	0,95673	19,3444	20,1136
53	19,43	19,68	19,4039	1,45714	19,0198	19,7880
54	15,07	15,19	15,2355	-0,24853	14,8389	15,6320
55	15,40	15,87	15,5510	1,73327	15,1565	15,9454
56	16,83	16,56	16,9181	-1,90703	16,5308	17,3055
57	14,00	14,27	14,2125	0,32257	13,8077	14,6172
58	18,32	18,49	18,3427	0,77726	17,9587	18,7266
59	19,47	19,59	19,4421	0,78042	19,0580	19,8263
60	19,40	19,23	19,3752	-0,76637	18,9912	19,7593
61	20,36	20,28	20,2930	-0,06920	19,9071	20,6790
62	18,04	17,96	18,0750	-0,60710	17,6907	18,4593
63	18,07	17,79	18,1037	-1,65602	17,7194	18,4879
64	21,70	21,36	21,5742	-1,15366	21,1827	21,9656
65	21,62	21,14	21,4977	-1,92443	21,1066	21,8887
66	18,14	18,27	18,1706	0,52478	17,7864	18,5547
67	16,43	16,54	16,5357	0,02296	16,1467	16,9247
68	17,58	17,75	17,6352	0,60767	17,2500	18,0203
69	15,87	16,00	16,0003	-0,00167	15,6086	16,3920
70	20,02	19,94	19,9680	-0,14809	19,5829	20,3531
71	19,90	19,58	19,8533	-1,44508	19,4684	20,2381

ANEXO 2

Quadro 9. Ajuste dos valores da máquina NOVAPEX em relação à Root – 1 mm.

Canais	Root1	Nova1	Fits_rn	Sres_rn	PLInf_rn	PLSup_rn
1	17,21	17,30	17,2281	0,31735	16,7638	17,6924
2	16,72	16,75	16,7514	-0,00606	16,2850	17,2177
3	17,60	17,28	17,6075	-1,44122	17,1444	18,0706
4	19,01	19,10	18,9793	0,52929	18,5178	19,4408
5	16,21	16,55	16,2552	1,31496	15,7862	16,7242
6	20,69	20,64	20,6138	0,11612	20,1483	21,0792
7	17,22	17,57	17,2378	1,46572	16,7735	17,7021
8	17,19	17,10	17,2086	-0,47941	16,7442	17,6730
9	19,67	19,60	19,6214	-0,09400	19,1591	20,0837
10	19,05	18,60	19,0182	-1,83387	18,5567	19,4797
11	21,83	21,72	21,7228	-0,01279	21,2512	22,1945
12	21,88	21,80	21,7715	0,12805	21,2995	22,2434
13	18,95	18,14	18,9209	-3,42405	18,4594	19,3824
14	18,87	18,21	18,8431	-2,77575	18,3816	19,3046
15	17,06	17,06	17,0821	-0,09786	16,6173	17,5470
16	16,98	16,94	17,0043	-0,28438	16,5391	17,4695
17	19,42	19,30	19,3782	-0,34308	18,9163	19,8401
18	18,55	18,45	18,5318	-0,35853	18,0702	18,9933
19	18,92	18,73	18,8917	-0,70912	18,4303	19,3532
20	18,47	18,55	18,4539	0,42134	17,9923	18,9155
21	18,24	18,31	18,2302	0,35032	17,7683	18,6920
22	20,40	20,51	20,3316	0,78714	19,8673	20,7959
23	20,46	20,39	20,3900	0,00006	19,9255	20,8545
24	19,92	19,81	19,8646	-0,24024	19,4018	20,3275
25	20,51	20,75	20,4386	1,37519	19,9739	20,9033
26	20,88	20,75	20,7986	-0,21542	20,3323	21,2649
27	21,90	21,87	21,7910	0,35519	21,3189	22,2630
28	19,29	19,31	19,2517	0,25576	18,7900	19,7134
29	19,44	19,59	19,3976	0,84426	18,9357	19,8595
30	19,85	19,75	19,7965	-0,20453	19,3338	20,2592
31	19,41	19,33	19,3684	-0,16873	18,9066	19,8303
32	19,22	19,29	19,1836	0,46671	18,7219	19,6453
33	19,17	19,14	19,1350	0,02213	18,6733	19,5966
34	18,65	18,72	18,6290	0,39879	18,1676	19,0905
35	18,01	18,00	18,0064	-0,02810	17,5442	18,4686
36	17,13	17,18	17,1503	0,13136	16,6856	17,6149
37	18,54	18,57	18,5220	0,21035	18,0605	18,9836
38	19,36	19,20	19,3198	-0,52567	18,8580	19,7816
39	17,22	17,29	17,2378	0,23027	16,7735	17,7021
40	17,45	17,29	17,4616	-0,75576	16,9981	17,9251
41	19,44	19,32	19,3976	-0,34073	18,9357	19,8595
42	18,52	18,41	18,5026	-0,40597	18,0410	18,9641

Quadro 9. Ajuste dos valores da máquina NOVAPEX em relação à Root – 1 mm. (CONTINUAÇÃO)

Canais	Root1	nova1	Fits_rn	Sres_rn	PLInf_rn	PLSup_rn
43	21,39	21,46	21,2948	0,73682	20,8259	21,7637
44	20,17	20,32	20,1078	0,93452	19,6443	20,5714
45	20,32	20,54	20,2538	1,26216	19,7898	20,7178
46	20,40	20,31	20,3316	-0,09536	19,8673	20,7959
47	18,26	18,40	18,2496	0,65982	17,7878	18,7114
48	17,08	17,08	17,1016	-0,09545	16,6368	17,5664
49	17,12	17,06	17,1405	-0,35559	16,6759	17,6052
50	20,45	20,27	20,3803	-0,48671	19,9158	20,8447
51	20,19	20,18	20,1273	0,23215	19,6637	20,5909
52	19,77	19,80	19,7187	0,35733	19,2562	20,1812
53	19,43	19,70	19,3879	1,36968	18,9260	19,8498
54	15,07	15,40	15,1461	1,15432	14,6692	15,6230
55	15,40	15,72	15,4671	1,14230	14,9928	15,9415
56	16,83	16,19	16,8584	-2,95958	16,3926	17,3242
57	14,00	14,01	14,1051	-0,44338	13,6184	14,5918
58	18,32	18,72	18,3080	1,80748	17,8463	18,7697
59	19,47	19,83	19,4268	1,76965	18,9649	19,8888
60	19,40	19,24	19,3587	-0,52097	18,8969	19,8206
61	20,36	20,17	20,2927	-0,54123	19,8285	20,7569
62	18,04	18,02	18,0356	-0,06843	17,5735	18,4977
63	18,07	17,95	18,0648	-0,50389	17,6027	18,5268
64	21,70	21,68	21,5964	0,37459	21,1256	22,0671
65	21,62	21,54	21,5185	0,09600	21,0483	21,9888
66	18,14	18,42	18,1329	1,26029	17,6709	18,5948
67	16,43	16,77	16,4692	1,33777	16,0015	16,9370
68	17,58	17,60	17,5881	0,05258	17,1249	18,0512
69	15,87	15,89	15,9244	-0,15422	15,4534	16,3955
70	20,02	19,80	19,9619	-0,71252	19,4988	20,4250
71	19,90	19,28	19,8452	-2,48537	19,3824	20,3080

ANEXO 3

Quadro 11. Ajuste dos valores da máquina BINGO em relação à Root – 0 mm.

Canais	Root0	Bingo0	Fits_rb	Sres_rb	PLInf_rb	PLSup_rb
1	18,19	18,20	18,1996	0,00138	17,6385	18,7795
2	18,32	18,66	18,3217	1,20972	18,0720	19,2101
3	18,23	18,39	18,2372	0,54680	17,8176	18,9573
4	19,95	20,30	19,8525	1,59481	19,6124	20,7500
5	17,36	17,42	17,4201	-0,00044	16,9022	18,0508
6	21,43	20,62	21,2425	-2,23838	19,9121	21,0514
7	18,61	18,81	18,5941	0,77096	18,2132	19,3506
8	17,77	17,67	17,8052	-0,48544	17,1384	18,2841
9	20,00	20,09	19,8995	0,67911	19,4156	20,5524
10	19,30	19,49	19,2421	0,88333	18,8525	19,9885
11	22,95	22,85	22,6700	0,66174	21,9925	23,1596
12	22,87	22,79	22,5948	0,71629	21,9367	23,1027
13	19,57	19,80	19,4956	1,08424	19,1436	20,2797
14	19,72	19,32	19,6365	-1,12761	18,6928	19,8289
15	17,94	17,98	17,9648	0,05441	17,4310	18,5738
16	17,56	17,88	17,6080	0,97902	17,3366	18,4803
17	19,85	19,87	19,7586	0,39695	19,2093	20,3455
18	19,57	19,23	19,4956	-0,94628	18,6082	19,7444
19	19,35	19,57	19,2890	1,00101	18,9277	20,0636
20	19,04	19,14	18,9979	0,50656	18,5236	19,6600
21	18,80	19,32	18,7725	1,95309	18,6928	19,8289
22	20,81	20,47	20,6602	-0,68037	19,7716	20,9101
23	20,90	20,88	20,7447	0,48433	20,1554	21,2965
24	20,86	20,64	20,7071	-0,24026	19,9308	21,0702
25	21,14	21,35	20,9701	1,36250	20,5946	21,7400
26	21,42	21,19	21,2331	-0,15483	20,4452	21,5889
27	22,44	22,38	22,1910	0,68859	21,5552	22,7141
28	20,21	20,08	20,0967	-0,05953	19,4062	20,5430
29	20,50	20,24	20,3690	-0,46082	19,5562	20,6935
30	20,71	20,80	20,5663	0,83565	20,0805	21,2210
31	20,05	19,94	19,9464	-0,02291	19,2749	20,4113
32	20,01	20,07	19,9089	0,57437	19,3968	20,5336
33	20,14	20,00	20,0310	-0,11036	19,3312	20,4677
34	18,96	19,02	18,9228	0,34670	18,4108	19,5474
35	18,52	18,42	18,5095	-0,31979	17,8459	18,9853
36	18,22	18,05	18,2278	-0,63617	17,4970	18,6392
37	19,04	19,02	18,9979	0,07882	18,4108	19,5474
38	20,15	20,01	20,0403	-0,10820	19,3406	20,4771
39	18,15	17,96	18,1620	-0,72334	17,4121	18,5551
40	18,27	18,31	18,2747	0,12611	17,7422	18,8824
41	20,37	20,24	20,2470	-0,02482	19,5562	20,6935
42	19,58	19,43	19,5050	-0,26728	18,7962	19,9321

Quadro 11. Ajuste dos valores da máquina BINGO em relação à Root – 0 mm. (CONTINUAÇÃO)

Canais	Root0	Bingo0	Fits_rb	Sres_rb	PLInf_rb	PLSup_rb
43	19,58	19,43	19,5050	-0,26728	18,7962	19,9321
44	21,95	21,99	21,7308	0,93766	21,1918	22,3449
45	21,69	21,75	21,4866	0,94975	20,9680	22,1179
46	21,38	21,48	21,1955	1,02260	20,7160	21,8628
47	21,10	21,04	20,9325	0,38530	20,3050	21,4474
48	18,85	18,74	18,8195	-0,28337	18,1473	19,2850
49	17,47	17,54	17,5234	0,05970	17,0156	18,1628
50	17,52	17,65	17,5704	0,28663	17,1195	18,2655
51	21,07	20,54	20,9044	-1,30600	19,8372	20,9760
52	21,19	20,87	21,0171	-0,52763	20,1460	21,2870
53	20,40	20,32	20,2751	0,16016	19,6311	20,7688
54	20,48	20,34	20,3503	-0,03664	19,6499	20,7877
55	16,07	16,03	16,2086	-0,65702	15,5858	16,7563
56	16,10	16,02	16,2368	-0,79699	15,5763	16,7470
57	17,08	17,01	17,1572	-0,53259	16,5144	17,6684
58	15,53	15,36	15,7015	-1,27029	14,9495	16,1342
59	19,57	19,72	19,4956	0,79925	19,0685	20,2045
60	20,20	20,36	20,0873	0,97257	19,6686	20,8065
61	19,69	19,80	19,6083	0,68282	19,1436	20,2797
62	20,64	20,41	20,5005	-0,32351	19,7155	20,8536
63	18,11	18,08	18,1245	-0,15929	17,5253	18,6673
64	18,17	17,92	18,1808	-0,93365	17,3744	18,5177
65	21,90	21,50	21,6838	-0,66467	20,7347	21,8817
66	22,17	20,43	21,9374	-5,46953	19,7342	20,8724
67	18,50	18,42	18,4907	-0,25273	17,8459	18,9853
68	17,32	17,24	17,3826	-0,51438	16,7320	17,8828
69	18,32	18,08	18,3217	-0,86431	17,5253	18,6673
70	16,24	16,57	16,3683	0,73965	16,0978	17,2586
71	20,82	20,46	20,6696	-0,74979	19,7623	20,9007

ANEXO 4

Quadro 12. Ajuste dos valores da máquina NOVAPEX em relação à Root – 0 mm.

Canais	Root0	Novapex0	Fits_rn	Sres_rn	PLInf_rn	PLSup_rn
1	18,19	18,40	21,9107	1,27754	17,6862	18,5768
2	18,32	17,30	21,6487	-4,36310	18,1509	19,0392
3	18,23	18,20	21,3363	0,17562	17,8782	18,7677
4	19,95	19,96	21,0541	0,29632	19,8038	20,6918
5	17,36	17,37	18,7865	0,39319	16,8971	17,7936
6	21,43	21,15	17,3958	-1,09022	20,1257	21,0150
7	18,61	18,30	17,4462	-1,11900	18,3023	19,1901
8	17,77	17,90	21,0238	0,92891	17,1501	18,0445
9	20,00	20,20	21,1448	1,16219	19,5925	20,4799
10	19,30	19,05	20,3486	-0,86738	18,9882	19,8748
11	22,95	22,83	20,4292	-0,41668	22,3622	23,2732
12	22,87	22,80	15,9848	-0,17805	22,3022	23,2123
13	19,57	19,69	16,0151	0,81173	19,3005	20,1873
14	19,72	19,28	17,0027	-1,74949	18,8168	19,7036
15	17,94	17,86	15,4406	-0,04331	17,4637	18,3557
16	17,56	17,44	19,5121	-0,21422	17,3626	18,2553
17	19,85	19,97	20,1470	0,80197	19,3710	20,2579
18	19,57	19,30	19,6331	-0,96815	18,7261	19,6129
19	19,35	19,44	20,5905	0,68270	19,0688	19,9555
20	19,04	19,12	18,0408	0,64844	18,6353	19,5223
21	18,80	18,85	18,1012	0,52038	18,8168	19,7036
22	20,81	20,87	21,8603	0,49588	19,9748	20,8635
23	20,90	20,95	22,1324	0,44711	20,3870	21,2777
24	20,86	20,91	18,4338	0,44841	20,1458	21,0352
25	21,14	21,25	17,2446	0,71503	20,8590	21,7530
26	21,42	20,90	18,2524	-2,19533	20,6984	21,5912
27	22,44	22,72	16,1562	1,47246	21,8917	22,7964
28	20,21	20,19	20,7719	0,15020	19,5825	20,4698
29	20,50	20,51	20,2680	0,27729	19,7435	20,6312
30	20,71	20,67	21,9107	0,04110	20,3066	21,1969
31	20,05	19,99	21,6487	-0,02685	19,4415	20,3285
32	20,01	20,04	21,3363	0,38556	19,5724	20,4597
33	20,14	20,10	21,0541	0,06130	19,5019	20,3891
34	18,96	18,92	18,7865	0,10332	18,5142	19,4015
35	18,52	18,54	17,3958	0,39376	17,9085	18,7979
36	18,22	18,31	17,4462	0,72609	17,5345	18,4261
37	19,04	19,10	21,0238	0,55711	18,5142	19,4015
38	20,15	20,08	21,1448	-0,07611	19,5120	20,3992
39	18,15	18,00	20,3486	-0,37180	17,4435	18,3357
40	18,27	18,14	20,4292	-0,28413	17,7973	18,6873
41	20,37	20,27	15,9848	-0,22118	19,7435	20,6312
42	19,58	19,37	16,0151	-0,69468	18,9277	19,8144

Quadro 12. Ajuste dos valores da máquina NOVAPEX em relação à Root – 0 mm. (CONTINUAÇÃO)

Raízes	Root0	Novapex0	Fits_rn	Sres_rn	PLInf_rn	PLSup_rn
43	19,58	21,89	21,9107	-0,09592	21,5010	22,4010
44	21,95	21,78	21,6487	0,60675	21,2603	22,1579
45	21,69	21,53	21,3363	0,89217	20,9895	21,8846
46	21,38	21,18	21,0541	0,57843	20,5477	21,4395
47	21,10	18,70	18,7865	-0,39535	18,2316	19,1197
48	18,85	17,30	17,3958	-0,44193	17,0186	17,9140
49	17,47	17,45	17,4462	0,01775	17,1299	18,0244
50	17,52	21,17	21,0238	0,67120	20,0452	20,9342
51	21,07	21,48	21,1448	1,54095	20,3769	21,2676
52	21,19	20,18	20,3486	-0,77101	19,8240	20,7120
53	20,40	20,14	20,4292	-1,32309	19,8441	20,7322
54	20,48	15,98	15,9848	-0,02284	15,4877	16,4013
55	16,07	16,00	16,0151	-0,07102	15,4776	16,3913
56	16,10	17,12	17,0027	0,54376	16,4818	17,3825
57	17,08	15,45	15,4406	0,04463	14,8070	15,7317
58	15,53	19,45	19,5121	-0,28358	19,2199	20,1067
59	19,57	20,14	20,1470	-0,03221	19,8642	20,7524
60	20,20	19,57	19,6331	-0,28787	19,3005	20,1873
61	19,69	21,07	20,5905	2,19543	19,9145	20,8029
62	20,64	18,15	18,0408	0,50121	17,5648	18,4562
63	18,11	18,03	18,1012	-0,32661	17,4031	18,2955
64	18,17	21,98	21,8603	0,55438	21,0095	21,9048
65	21,90	21,94	22,1324	-0,89441	19,9346	20,8231
66	22,17	18,80	18,4338	1,67590	17,9085	18,7979
67	18,50	17,17	17,2446	-0,34482	16,7148	17,6131
68	17,32	17,98	18,2524	-1,24788	17,5648	18,4562
69	18,32	16,40	16,1562	1,14538	16,0357	16,9418
70	16,24	20,18	20,7719	-2,71294	19,9648	20,8534
71	20,82	20,10	20,2680	-0,76789	19,5019	20,3891

ANEXO 5

Canais	0mm			1mm		
	ROOT ZX	BINGO	1020 NOVAPEX	ROOT ZX	BINGO	1020 NOVAPEX
C1	18,19	18,20	18,40	17,21	17,28	17,30
C2	18,32	18,66	17,30	16,72	16,75	16,75
C3	18,23	18,39	18,20	17,60	17,50	17,28
C4	19,95	20,30	19,96	19,01	19,31	19,10
C5	17,36	17,42	17,37	16,21	16,81	16,55
C6	21,43	20,62	21,15	20,69	20,22	20,64
C7	18,61	18,81	18,30	17,22	17,40	17,57
C8	17,77	17,67	17,90	17,19	17,17	17,10
C9	20,00	20,09	20,20	19,67	19,59	19,60
C10	19,30	19,49	19,05	19,05	18,82	18,60
C11	22,95	22,85	22,83	21,83	21,69	21,72
C12	22,87	22,79	22,80	21,88	21,75	21,80
C13	19,57	19,80	19,69	18,95	18,36	18,14
C14	19,72	19,32	19,28	18,87	18,44	18,21
C15	17,94	17,98	17,86	17,06	17,07	17,06
C16	17,56	17,88	17,44	16,98	17,00	16,94
C17	19,85	19,87	19,97	19,42	19,26	19,30
C18	19,57	19,23	19,30	18,55	18,27	18,45
C19	19,35	19,57	19,44	18,92	18,97	18,73
C20	19,04	19,14	19,12	18,47	18,54	18,55
C21	18,80	19,32	18,85	18,24	18,44	18,31
C22	20,81	20,47	20,87	20,40	20,47	20,51
C23	20,90	20,88	20,95	20,46	20,42	20,39
C24	20,86	20,64	20,91	19,92	19,76	19,81
C25	21,14	21,35	21,25	20,51	20,65	20,75
C26	21,42	21,19	20,90	20,88	20,92	20,75
C27	22,44	22,38	22,72	21,90	21,98	21,87
C28	20,21	20,08	20,19	19,29	19,38	19,31
C29	20,50	20,24	20,51	19,44	19,52	19,59
C30	20,71	20,80	20,67	19,85	19,90	19,75
C31	20,05	19,94	19,99	19,41	19,44	19,33
C32	20,01	20,07	20,04	19,22	19,38	19,29
C33	20,14	20,00	20,10	19,17	19,20	19,14
C34	18,96	19,02	18,92	18,65	18,70	18,72
C35	18,52	18,42	18,54	18,01	18,22	18,00
C36	18,22	18,05	18,31	17,13	17,15	17,18
C37	19,04	19,02	19,10	18,54	18,60	18,57
C38	20,15	20,01	20,08	19,36	19,40	19,20
C39	18,15	17,96	18,00	17,22	17,10	17,29
C40	18,27	18,31	18,14	17,45	17,34	17,29
C41	20,37	20,24	20,27	19,44	19,40	19,32

Canais	0mm			1mm		
	ROOT ZX BINGO	1020 NOVAPEX	1020 NOVAPEX	ROOT ZX BINGO	1020 NOVAPEX	1020 NOVAPEX
C42	19,58	19,43	19,37	18,52	18,64	18,41
C43	21,95	21,99	21,89	21,39	21,47	21,46
C44	21,69	21,75	21,78	20,17	20,24	20,32
C45	21,38	21,48	21,53	20,32	20,40	20,54
C46	21,10	21,04	21,18	20,40	20,44	20,31
C47	18,85	18,74	18,70	18,26	18,34	18,40
C48	17,47	17,54	17,30	17,08	17,05	17,08
C49	17,52	17,65	17,45	17,12	17,15	17,06
C50	21,07	20,54	21,17	20,45	20,37	20,27
C51	21,19	20,87	21,48	20,19	20,33	20,18
C52	20,40	20,32	20,18	19,77	19,91	19,80
C53	20,48	20,34	20,14	19,43	19,68	19,70
C54	16,07	16,03	15,98	15,07	15,19	15,40
C55	16,10	16,02	16,00	15,40	15,87	15,72
C56	17,08	17,01	17,12	16,83	16,56	16,19
C57	15,53	15,36	15,45	14,00	14,27	14,01
C58	19,57	19,72	19,45	18,32	18,49	18,72
C59	20,20	20,36	20,14	19,47	19,59	19,83
C60	19,69	19,80	19,57	19,40	19,23	19,24
C61	20,64	20,41	21,07	20,36	20,28	20,17
C62	18,11	18,08	18,15	18,04	17,96	18,02
C63	18,17	17,92	18,03	18,07	17,79	17,95
C64	21,90	21,50	21,98	21,70	21,36	21,68
C65	22,17	21,14	21,94	21,62	20,43	21,54
C66	18,50	18,42	18,80	18,14	18,27	18,42
C67	17,32	17,24	17,17	16,43	16,54	16,77
C68	18,32	18,08	17,98	17,58	17,75	17,60
C69	16,24	16,57	16,40	15,87	16,00	15,89
C70	20,82	20,46	20,18	20,02	19,94	19,80
C71	20,32	20,00	20,10	19,90	19,58	19,28

ANEXO 6

Gráfico 1. Teste para igualdade de Variâncias - Ponto 0 mm

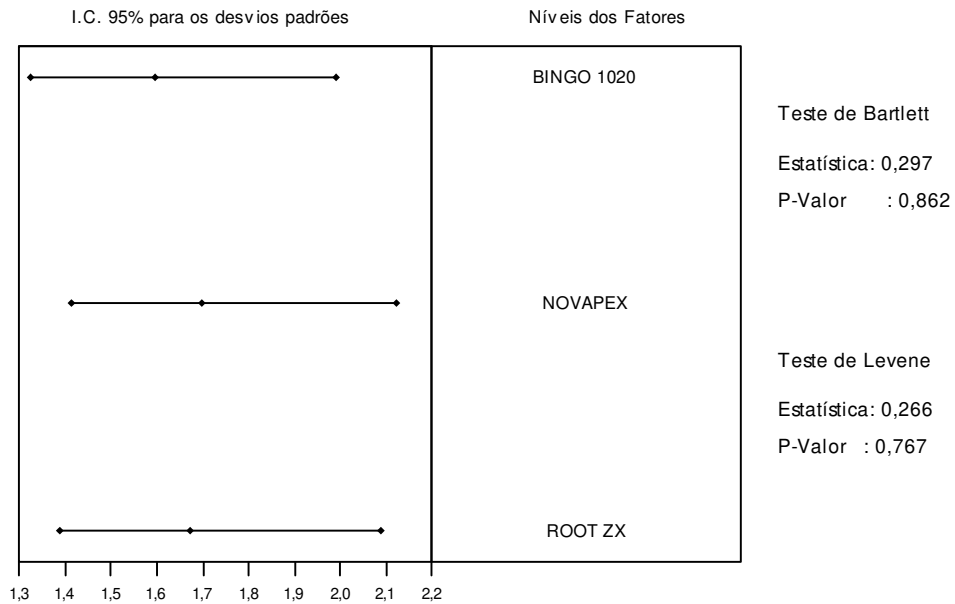


Gráfico 2. Probabilidade Normal - 0 mm (213 dados)

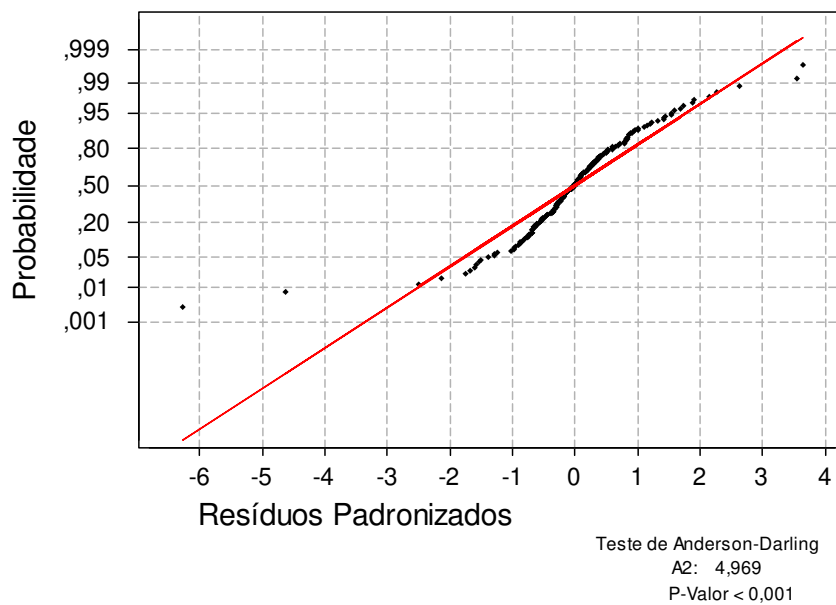


Gráfico 3. Teste de Igualdade de Variâncias - Ponto 1mm

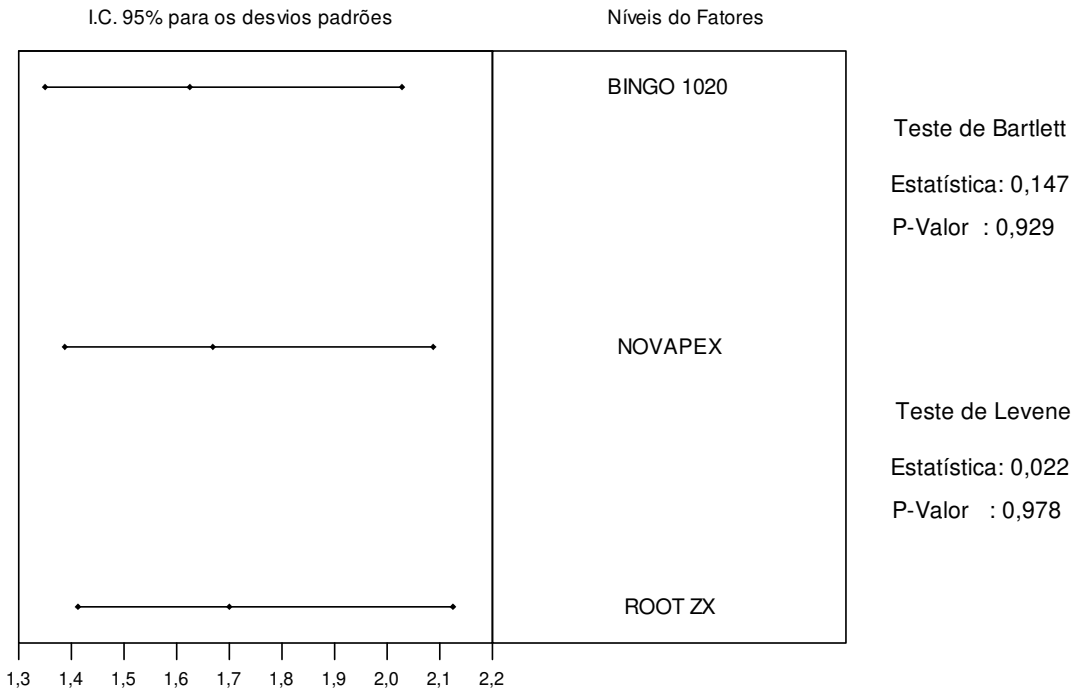
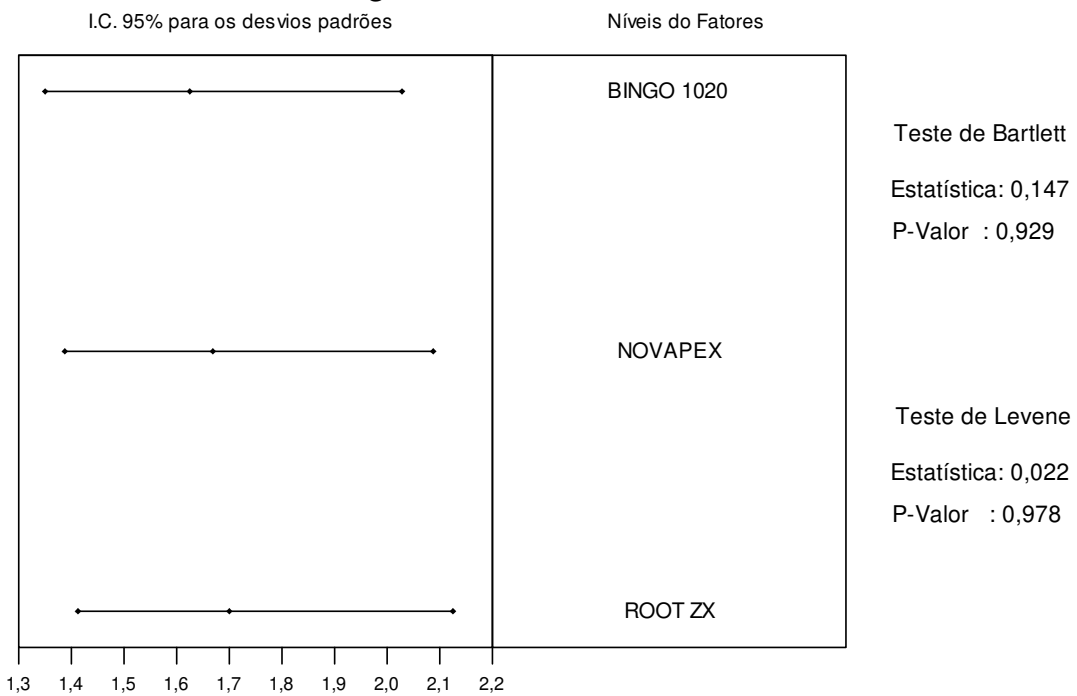


Gráfico 3. Teste de Igualdade de Variâncias - Ponto 1mm



ANEXO 7

Quadro de valores de predição para a variável NOVAPEX em relação a máquina BINGO

Canais	bingo0	nova0	FITS1	SRES1	PLIM1	PLIM2
1	17,28	17,30	17,2299	0,43430	16,8279	17,4897
2	16,75	16,75	16,6917	0,36310	16,3287	16,9937
3	17,50	17,28	17,4533	-1,07142	17,2248	17,8848
4	19,31	19,10	19,2913	-1,17802	18,6579	19,3154
5	16,81	16,55	16,7526	-1,26062	15,8088	16,4779
6	20,22	20,64	20,2154	2,62763	20,3608	21,0244
7	17,40	17,57	17,3517	1,35055	16,8380	17,4999
8	17,17	17,10	17,1182	-0,11269	16,8075	17,4695
9	19,59	19,60	19,5756	0,15035	19,3275	19,9862
10	18,82	18,60	18,7937	-1,19211	18,6985	19,3561
11	21,69	21,72	21,7081	0,07498	21,5137	22,1868
12	21,75	21,80	21,7690	0,19528	21,5642	22,2378
13	18,36	18,14	18,3266	-1,14895	18,5969	19,2545
14	18,44	18,21	18,4078	-1,21793	18,5157	19,1732
15	17,07	17,06	17,0166	0,26912	16,6751	17,3379
16	17,00	16,94	16,9455	-0,03445	16,5936	17,2569
17	19,26	19,30	19,2405	0,36636	19,0739	19,7320
18	18,27	18,45	18,2352	1,32306	18,1907	18,8483
19	18,97	18,73	18,9460	-1,32958	18,5665	19,2240
20	18,54	18,55	18,5094	0,25011	18,1094	18,7671
21	18,44	18,31	18,4078	-0,60226	17,8757	18,5338
22	20,47	20,51	20,4692	0,25286	20,0672	20,7291
23	20,42	20,39	20,4184	-0,17633	20,1280	20,7902
24	19,76	19,81	19,7482	0,38103	19,5809	20,2405
25	20,65	20,75	20,6520	0,60870	20,1786	20,8411
26	20,92	20,75	20,9262	-1,09761	20,5531	21,2180
27	21,98	21,87	22,0026	-0,83907	21,5844	22,2582
28	19,38	19,31	19,3624	-0,32254	18,9420	19,5999
29	19,52	19,59	19,5045	0,52676	19,0942	19,7524
30	19,90	19,75	19,8904	-0,86691	19,5100	20,1693
31	19,44	19,33	19,4233	-0,57477	19,0638	19,7219
32	19,38	19,29	19,3624	-0,44574	18,8710	19,5288
33	19,20	19,14	19,1796	-0,24368	18,8203	19,4780
34	18,70	18,72	18,6718	0,29638	18,2923	18,9498
35	18,22	18,00	18,1844	-1,13606	17,6419	18,3005
36	17,15	17,18	17,0979	0,50927	16,7464	17,4087
37	18,60	18,57	18,5703	-0,00183	18,1806	18,8382
38	19,40	19,20	19,3827	-1,12530	19,0130	19,6711
39	17,10	17,29	17,0471	1,50687	16,8380	17,4999
40	17,34	17,29	17,2908	-0,00500	17,0722	17,7328

Canais	bingo0	nova0	FITS1	SRES1	PLIM1	PLIM2
41	19,40	19,32	19,3827	-0,38607	19,0942	19,7524
42	18,64	18,41	18,6109	-1,23662	18,1602	18,8179
43	21,47	21,46	21,4847	-0,15495	21,0690	21,7379
44	20,24	20,32	20,2357	0,52194	19,8342	20,4949
45	20,40	20,54	20,3981	0,87911	19,9862	20,6476
46	20,44	20,31	20,4388	-0,79819	20,0672	20,7291
47	18,34	18,40	18,3063	0,57717	17,8960	18,5540
48	17,05	17,08	16,9963	0,51935	16,6955	17,3581
49	17,15	17,06	17,0979	-0,23481	16,7362	17,3986
50	20,37	20,27	20,3677	-0,60514	20,1178	20,7800
51	20,33	20,18	20,3271	-0,91076	19,8545	20,5153
52	19,91	19,80	19,9006	-0,62093	19,4289	20,0879
53	19,68	19,70	19,6670	0,20350	19,0841	19,7422
54	15,19	15,40	15,1076	1,86711	14,6451	15,3263
55	15,87	15,72	15,7981	-0,49209	14,9822	15,6594
56	16,56	16,19	16,4987	-1,92663	16,4408	17,1050
57	14,27	14,01	14,1733	-1,06622	13,5510	14,2473
58	18,49	18,72	18,4586	1,60924	17,9570	18,6149
59	19,59	19,83	19,5756	1,56822	19,1246	19,7829
60	19,23	19,24	19,2100	0,18447	19,0536	19,7117
61	20,28	20,17	20,2763	-0,65797	20,0267	20,6883
62	17,96	18,02	17,9204	0,61419	17,6724	18,3309
63	17,79	17,95	17,7478	1,24813	17,7029	18,3613
64	21,36	21,68	21,3730	1,92362	21,3824	22,0541
65	21,14	21,54	21,1496	2,43887	21,3015	21,9725
66	18,27	18,42	18,2352	1,13828	17,7741	18,4323
67	16,54	16,77	16,4784	1,81991	16,0331	16,7003
68	17,75	17,60	17,7071	-0,66145	17,2045	17,8646
69	16,00	15,89	15,9301	-0,25210	15,4620	16,1342
70	19,94	19,80	19,9310	-0,80918	19,6823	20,3423
71	19,58	19,28	19,5655	-1,75965	19,5606	20,2202