



**ULBRA**

**UNIVERSIDADE LUTERANA DO BRASIL**

**CURSO DE ODONTOLOGIA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**NÍVEL: MESTRADO**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENDODONTIA**

**AVALIAÇÃO, *IN VIVO*, DA CONFIABILIDADE DO LOCALIZADOR  
APICAL NOVAPEX NA DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE  
TRABALHO DE INSTRUMENTAÇÃO**

**DANIEL RENNER**

CANOAS – RS

2005

**DANIEL RENNER**

AVALIAÇÃO, *IN VIVO*, DA CONFIABILIDADE DO LOCALIZADOR APICAL  
NOVAPEX NA DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE TRABALHO DE  
INSTRUMENTAÇÃO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil como requisito final para obtenção do título de mestre em Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Branco Barletta

CANOAS – RS

2005

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Branco Barletta, pela sua disponibilidade e lealdade em todos os momentos de dúvidas e dificuldades apresentadas no decorrer deste mestrado. A serenidade, no momento das situações difíceis, foi o seu principal ensinamento. Aprendi com você que o que mais importa é a prevalência do grupo sobre o individual. O meu reconhecimento como amigo e colega de trabalho.

Ao Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo pelas várias oportunidades conferidas a mim em toda minha vida profissional. Em suas principais virtudes, dentre outras, tento me espelhar na honestidade, a arte de ensinar, mas acima de tudo a humildade.

Ao Prof. Dr. Elias P. Motcy de Oliveira por ter contribuído neste projeto e por todos os seus ensinamentos nas aulas de didática especial. Um verdadeiro exemplo de amor ao ensino com quem busquei absorver algumas de suas qualidades: humildade nas relações humanas, sobretudo em grupo de trabalho. Você é um exemplo a ser seguido por muitos que o norteiam.

## **AGRADECIMENTOS**

À Prof. Dra. Vânia Fontanella por todo o auxílio prestado a este trabalho no que diz respeito à parte de radiologia.

Ao grupo de colegas da UNISC, em especial à disciplina de Endodontia, que me acompanharam nesta caminhada.

Aos pacientes que fizeram parte deste estudo meus sinceros agradecimentos.

Aos colegas de mestrado, que proporcionaram um grupo de muita parceria e amizade.

Aos meus pais Hélio Renner e Olinda Renner que sempre foram muito incentivadores dos filhos, principalmente no que diz respeito aos estudos. Sem vocês eu não teria conseguido.

À minha esposa Jane, que me acompanha a muitos anos e a quem eu amo muito. Foi nela que eu encontrei forças para continuar, principalmente nos momentos mais difíceis.

Às minhas irmãs, cunhados e sobrinhos, os quais eu me privei da companhia por alguns instantes, mas eles moram no meu coração.

À todos os colegas de profissão e pacientes que tiveram paciência nos momentos de minha ausência.

Aos meus amigos que tiveram a compreensão desta fase de muito estudo, mas nem por isso deixaram de ser meus amigos.

**OBRIGADO !**

## RESUMO

Na terapia endodôntica, a determinação correta do comprimento de trabalho de instrumentação constitui-se em um passo importante com vistas à busca do reparo da região periapical. O objetivo do presente estudo foi avaliar a confiabilidade do localizador apical eletrônico NOVAPEX na determinação do comprimento de trabalho de instrumentação, utilizando como parâmetro de avaliação a radiografia periapical efetuada pela técnica da bisettriz. A amostra foi composta por 220 canais de 156 dentes, sendo 126 canais com polpa necrosada e 94 com polpa viva. De acordo com o diâmetro anatômico no terço apical, foi introduzida no interior do canal radicular uma lima justaposta à esta área, com comprimentos de 25 ou 31mm e, quando o aparelho acusava o led indicador 1, os dentes eram radiografados nesta medida. As radiografias foram digitalizadas em um scanner especial para radiografias e medidas da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico foram determinadas com o auxílio do programa Photoshop 7.0. Medidas compreendidas entre 0,5mm e 2mm do vértice apical radiográfico foram consideradas confiáveis. Os resultados mostraram índice de acerto de 96% em canais com polpa vital e 90% em polpa mortificada, sendo a média geral das medidas -1,1mm. Do total de casos, 203 (92,3%) ofereceram medidas radiográficas dentro do parâmetro estabelecido. Conclui-se através da análise dos resultados que o localizador apical NOVAPEX constitui-se em um bom recurso na determinação do comprimento de trabalho de instrumentação.

**Palavras-chave:** Localizador apical, odontometria, NOVAPEX.

## **ABSTRACT**

The correct working length determination in a endodontic treatment is crucial to achieve apical tissues healing. The aim of this study was to test the electronic apex locator NOVAPEX reliability on this matter, using periapical radiographic, taken by the Bisecting angle technique, as comparison. In 220 root canal from 156 teeth, we had 126 non-vital pulps and 94 vital pulps. A file, 25 or 31mm long, depending on the apical third anatomic diameter, was inserted in the root canal and a radiography was taken at the point where NOVAPEX indicated 1mm of the apical foramina. These radiographs were digitalized with a specialized scanner and the distance between the file tip and the radiographic apical vertex was measured with the Photoshop 7.0 software. We considered trustful measurements those over 0.5mm and under 2.0mm. The results showed 96% of accurate measurements in vital pulps and 90% in non-vital pulps, with an global average of 92,3%. The distance average was -1.1 mm. Therefore it is posible to say that the apex locator NOVAPEX, when properly used, is an excelent tool to find the working length.

**Key-wodrs:** apex locator, working lenght, NOVAPEX.

## SUMÁRIO

RESUMO.....		
V		
ABSTRACT.....		V
I		
LISTA		DE
FIGURAS.....	X	
LISTA		DE
TABELAS.....	XI	
LISTA		DE
GRAFICOS.....	XII	
1		
INTRODUÇÃO.....		1
2	REVISÃO	DA
LITERATURA.....	5	
2.1 ANATOMIA DO ÁPICE DENTÁRIO.....		6
2.2 TÉCNICA DE OBTENÇÃO DO COMPRIMENTO DE TRABALHO PELO MÉTODO		RADIOGRÁFICO
	12	
2.3 INFLUÊNCIA DO PREPARO DO TERÇO CERVICAL DA RAIZ NA OBTENÇÃO DO COMPRIMENTO DE		TRABALHO
	15	
2.4 TÉCNICA DE OBTENÇÃO DO COMPRIMENTO DE TRABALHO PELO MÉTODO ELETRÔNICO.....		16
2.4.1 Estudos <i>in vitro</i> .....		17
2.4.2 Estudos <i>in vivo</i> envolvendo a exodontia dos dentes.....		22
2.4.3 Estudos <i>in vivo</i> utilizando o parâmetro radiográfico.....		29
2.4.4 Contra-indicações e indicações do uso de localizadores apicais...32		
3		
PROPOSIÇÃO.....		34
4	MATERIAL	E
MÉTODOS.....		36
4.1	CONSIDERAÇÕES	
ÉTICAS.....		37
4.2 TIPO DE PESQUISA.....		37
4.3 METODOLOGIA.....		37



4.3 METODOLOGIA.....	37
4.4 DIGITALIZAÇÃO DAS RADIOGRAFIAS.....	42
4.5 ANÁLISE DOS	
RESULTADOS.....	43

5	
RESULTADOS.....	45
6 DISCUSSÃO.....	50
6.1 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MODELO EXPERIMENTAL <i>IN VIVO</i> COM A UTILIZAÇÃO DO PARÂMETRO RADIOGRÁFICO.....	54
6.2 QUANTO À METODOLOGIA EMPREGADA.....	56
6.3 QUANTO AOS RESULTADOS OBTIDOS.....	63
6.3.1 Em relação à anatomia apical.....	63
6.3.2 Quanto aos estudos <i>in vitro</i> .....	65
6.3.3 Quanto aos estudos <i>in vivo</i> envolvendo a exodontia dos dentes ..	66
6.3.4 Quando aos estudos <i>in vivo</i> utilizando o parâmetro radiográfico ..	70
6.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72
7 CONCLUSÕES.....	74
8	
REFERÊNCIAS.....	76
ANEXOS.....	8
5	
ANEXO 1 – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA DA UNISC.....	86
ANEXO 2 – APROVAÇÃO COMITÊ DE ÉTICA DA ULBRA.....	87
ANEXO 3 - TERMO DE CONSENTIMENTO.....	88
ANEXO 4 – FICHA DE ANOTAÇÕES.....	89
ANEXO 5 – MODELO DE FICHA DE ANOTAÇÃO DAS MEDIDAS DA PONTA DO INSTRUMENTO AO VÉRTICE RADIOGRÁFICO.....	90
ANEXO 6 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	91
ANEXO 7 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	92

ANEXO 8 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	93
ANEXO 9 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	94
ANEXO 10 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	95
ANEXO 11 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	96
ANEXO 12 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	97
ANEXO 13 – MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	98
ANEXO 14 - MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO.....	99



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localizador apical eletrônico NOVAPEX.....	39
FIGURA 2 – Exemplo de radiografia selecionada para o estudo, com mordentes o mais paralelo possível, conforme a seta indicativa.....	41
FIGURA 3 – Barras horizontais e ferramenta de medição para medição da ponta do instrumento ao vértice radiográfico no programa Photoshop 7.0.....	43
FIGURA 4 – Barras horizontais e ferramenta de medição para medição da ponta do instrumento ao vértice radiográfico em oblíquo no programa Photoshop 7.0.....	43

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Medidas (mm) da distância da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico para diversos grupos dentários segundo diagnóstico pulpar.....47

TABELA 2 – Distribuição por categorias para a distância (em mm) da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico para diversos grupos dentários segundo diagnóstico pulpar.....48

## **LISTA DE GRÁFICOS**

GRÁFICO 1 – Representações das medições da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico entre os intervalos de 0 a 3mm.....49

# 1 INTRODUÇÃO

O sucesso da terapia endodôntica depende, fundamentalmente, da correta execução de todas as suas etapas que vão desde o diagnóstico até a



obturação. Cada uma destas fases deve ser respeitada para obtermos o sucesso clínico e radiográfico.

Dentre estas etapas, uma das que mais tem sido questionadas é o limite apical de trabalho. Os milímetros finais das raízes dos dentes já foram motivos de exaustivos trabalhos de investigação científica. Grove (1932), Kuttler (1955) e Green (1956) foram os precursores e alguns dos pesquisadores que deram importantes contribuições para o conhecimento desta área tão complexa. Dentre os parâmetros estudados por estes autores estão, principalmente, o limite final da instrumentação e a posição do forame apical em relação ao vértice da raiz.

Em relação ao limite apical, grande parte da literatura indica que o tratamento endodôntico deve ser restrito ao final do canal dentinário, pois é a região onde há a menor agressão aos tecidos periapicais e também é uma área de afunilamento que vai servir de anteparo para o material obturador, evitando assim possíveis extravasamentos. Esta área tem sido descrita como limite canal-dentina-cimento (CDC) e representa o ponto de maior constrição do canal radicular, visto que o canal é representado por dois cones unidos por seus vértices onde um dos cones representa o canal dentinário e outro o canal cementário.

Um outro fator de grande importância a ser considerado é a posição do forame apical, uma vez que a sua exata localização não é um problema de fácil solução, mesmo em canais com raízes retas. Trabalhos como de Kuttler (1955) e Milano et al. (1983) demonstraram que esta abertura, por onde é permitida a vascularização e inervação do órgão dental, está localizada em uma posição excêntrica em relação ao vértice radicular em aproximadamente 80% dos casos. Sendo assim, há uma variabilidade muito grande na anatomia apical e na localização da saída foraminal e, conseqüentemente, do limite CDC, o que dificulta a determinação precisa do comprimento de trabalho durante o procedimento endodôntico. Da mesma forma, Dummer et al. (1984) após terem realizado um estudo detalhado da anatomia apical, acreditam ser praticamente impossível estabelecer a determinação exata da constrição apical

durante a terapia endodôntica. Segundo eles, a combinação de vários métodos poderia vir a estabelecer melhores perspectivas a respeito do assunto.

Apesar do elevado índice de sucesso revelado pela terapia endodôntica, não é raro nos depararmos com situações adversas, como sinais, sintomas e imagens radiográficas que não condizem com a reparação dos tecidos, caracterizando, assim, o insucesso do tratamento realizado. O método mais tradicional para obtenção do comprimento de trabalho é aquele obtido através de radiografias, onde através de cálculos se procura atingir uma distância de, aproximadamente, 0,5 a 2 mm da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico. Estes valores levam em conta a média da distância entre o vértice radiográfico e a constrição apical obtido por meio de estudos microscópicos do vértice radicular. O método radiográfico é, indiscutivelmente, o mais utilizado no mundo e tem os seus resultados amplamente divulgados através de estudos histológicos, longitudinais prospectivos e retrospectivos.

Porém a radiografia tem como limitação oferecer uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional. Devido a este fato, nos deparamos com situações de dificuldades de interpretação das radiografias devido a sobreposições de estruturas anatômicas e da excentricidade do forame apical, principalmente, quando está desviado para vestibular ou lingual/palatino.

A imagem radiográfica é imprescindível no tratamento endodôntico, visto que nos fornece dados importantes a respeito do órgão dental, bem como da região periapical. A união do aspecto radiográfico associado com uma situação real da detecção do limite CDC, seria a maneira ideal para restringirmos o tratamento endodôntico ao interior do canal dentinário com precisão. Isto posto, justifica-se a partir de 1962, com os estudos de Sunada, a procura por uma alternativa que possa informar ao cirurgião dentista onde se localiza o limite CDC no interior dos canais radiculares.

No intuito de se obter medidas mais precisas durante a mensuração do canal radicular, têm sido pesquisados, ao longo dos últimos anos, inúmeros aparelhos eletrônicos utilizados para determinar a localização da constrição apical.

No que diz respeito a estes localizadores, os predecessores foram os aparelhos denominados de primeira geração, que operavam através de corrente contínua e sofriam alterações de seus desempenhos com a presença de umidade no interior do canal radicular. Estes dispositivos foram denominados de localizadores tipo-resistência e baseavam-se no princípio de constância de corrente elétrica entre a mucosa oral e o ligamento periodontal.

Em seguida, foram desenvolvidos os aparelhos do tipo impedância, que operavam com o princípio físico de mesmo nome, e trabalhavam com a utilização de uma sonda que deveria ser isolada em toda a sua superfície com exceção da ponta. Estes dispositivos toleravam melhor a umidade no interior do conduto, porém, tinham como principais desvantagens, a necessidade de preparar o conduto previamente para a utilização desta sonda e também de utilizar uma corrente elétrica alta, gerando um desconforto para o paciente em alguns casos.

Finalmente, surgiram os localizadores apicais eletrônicos do tipo impedância frequência-dependente, que trabalham especificamente com o princípio físico do cálculo das diferentes impedâncias no interior do canal radicular através de dois ou mais sinais de frequência.

Desta forma, com a introdução destes dispositivos eletrônicos, considerados de terceira geração, como o Novapex, temos uma quantidade grande de localizadores apicais eletrônicos a serem testados para podermos avaliar a confiabilidade destes métodos.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

A odontometria constitui-se na etapa do tratamento endodôntico que objetiva mensurar o canal radicular. Conceitos relacionados ao referencial

apical, que se deve adotar para obter a medida ideal, sempre foram motivos de dúvidas no momento da sua escolha. Um conhecimento profundo da anatomia do terço apical da raiz e da análise desta região na imagem radiográfica se tornou critério indispensável para nortear o limite apical dos tratamentos a serem realizados. Recentemente, com o surgimento dos localizadores apicais eletrônicos, uma maneira mais objetiva para a determinação do comprimento de trabalho, e não mais somente através da análise radiográfica, tornou-se parte da realidade do cirurgião-dentista. No entanto, torna-se imprescindível o conhecimento de alguns aspectos importantes:

## **2.1 ANATOMIA DO ÁPICE DENTÁRIO**

No que diz respeito à anatomia radicular apical, muitas são as evidências de que o fim do canal dentinário representa o melhor limite para a referência apical do tratamento endodôntico (GREEN, 1956 e 1960; KUTTLER, 1955; DUMMER et al., 1984; GUTIERREZ & AGUAYO, 1995; RICUCCI, 1998).

Nesta linha de idéias, Davis (1922) forneceu uma das primeiras bases científicas que chamou a atenção para o cuidado com a manutenção da vitalidade do tecido conjuntivo do coto-pulpo-periotontal. Desde então, muitos trabalhos histológicos com biópsias do ápice da raiz, incluindo os tecidos periapicais, foram desenvolvidos. Após a extração de dentes em vários períodos de tempo, observações de respostas histológicas dos tecidos periapicais e do coto pulpo-periodontal frente à diferentes intervenções endodônticas, foram as metodologias de escolha destes estudos (BLAYNEY, 1927; SELTZER et al., 1969; RICUCCI & LANGELAND, 1998).

A variação da distância existente entre o limite CDC e a abertura foraminal fez surgir alguns questionamentos em relação ao ponto ideal da remoção da polpa radicular. Coolidge (1929) sugere que a pulpectomia deve ser feita nas proximidades da saída foraminal para que aumentem as chances do sucesso da terapia endodôntica. Em contrapartida, Grove (1932) salienta a importância de se levar a instrumentação e obturação até o limite CDC, uma vez que dificulta a permanência de espaços vazios no interior do canal

radicular evitando, assim, proliferação bacteriana e percolação de fluídos teciduais do periodonto para áreas não ocupadas pelo material obturador. Além disto, destaca a importância da manutenção de vitalidade do tecido na área do canal cementário, pois esse tecido representa a união com o ligamento periodontal.

Descrições da anatomia apical com as particularidades para cada grupo dental e alterações fisiológicas ocorridas no decorrer da idade foram dúvidas surgidas no decorrer dos anos. Verificou-se ser impossível padronizar distâncias entre a abertura foraminal e o vértice anatômico da raiz devido à excentricidade desta, bem como a distância desta abertura em relação ao limite CDC.

Nesta ordem de idéias, Kuttler (1955) define a porção radicular da cavidade pulpar como dois cones sobrepostos por seus vértices, onde um destes cones é o canal dentinário e o outro o cementário. Indica como lugar ideal de instrumentação e obturação o ponto de união destes vértices que identifica como o fim do canal dentinário, pois histologicamente o tecido periodontal penetra no forame apical e se continua com o tecido pulpar na constrição apical. Com as paredes dentinárias convergindo em direção apical, o autor sugere que esta região seja utilizada como referência, uma vez que oportuniza as melhores possibilidades de vedamento, sendo que as paredes do canal cementário são divergentes e não serviriam como um bom anteparo para o material obturador.

Neste estudo, utilizou 268 dentes de cadáveres humanos de idades conhecidas, sem doença periapical e ápices completamente formados. Verificou que o menor diâmetro do canal radicular está no fim do canal dentinário e que esta constrição se torna mais observável com o passar da idade, uma vez que existe a constante formação fisiológica de dentina secundária, além da deposição cementária apical. Em 68 a 80% dos casos, o autor verificou desvio da abertura do forame em relação ao longo eixo do dente. Observou também o aumento do desvio desta mesma abertura em relação ao vértice anatômico da raiz com o passar da idade. A média desta distância foi de 0,48mm para dentes jovens e 0,6mm para dentes velhos. No

que tange a distância média do forame apical e o limite CDC, encontrou 0,507mm para dentes de pessoas entre 18 e 25 anos de idade e 0,784mm nos cadáveres com idade superior a 55 anos.

A seu turno, Green (1956) analisou dentes anteriores de pacientes idosos, removidos por doença periodontal. Encontrou como distância média da saída foraminal ao vértice radicular 0,3mm. Ele admite como limitação de seu estudo que os dentes observados dificilmente seriam extraídos em pacientes jovens. Analisando 700 ápices de dentes posteriores superiores e inferiores Green(1960) observou 50% de forames apicais saindo excentricamente em relação ao vértice dentário com uma média desta distância de 0,43mm e valores máximos podendo chegar a 2mm. Além disto, o diâmetro do canal principal diminui à medida que se aproxima do ápice, sendo sua área de menor constrição 0,75mm distante da abertura foraminal. Ao contrário do estudo com dentes anteriores, não foi informada a procedência nem a condição clínica dos dentes estudados. Fazendo a associação dos trabalhos de 1956 e 1960, são computadas 1.110 raízes, de todos os grupos dentários, onde se verificou coincidência do forame apical com o vértice radicular de 21,7% dos casos.

Deste modo, Milano et al. (1983) demonstraram que o forame está localizado em uma posição excêntrica em relação ao vértice radicular, sendo em 70 a 80% dos casos localizados para mesial ou distal e somente em 20 a 30% o seu epicentro coincide com o vértice apical.

Um estudo em 270 dentes humanos extraídos foi conduzido por Dummer et al. (1984). Os dentes que foram selecionados para o estudo tinham as seguintes características: pertenciam à grupos dentários de ambas as arcadas com representantes de incisivos, caninos e pré-molares. Estes dentes tinham ápices completamente formados e a idade dos pacientes era desconhecida. Os ápices dentários foram examinados em aumento de 20x e mensurações vértice apical-constrição apical e vértice apical-forame apical realizadas com escala graduada. No que diz respeito a valores das medidas do segundo critério, foi obtido, como média, 0,38mm, porém como medida máxima houve mensurações de até 1,93mm. Com relação ao primeiro item observado no

estudo a média foi de 0,89mm com medidas que foram de 0,07mm a 2,69mm. Encontraram, também, quatro tipos diferentes de constrição na região apical:

- tipo A: constrição tradicional;
- tipo B: constrição com estreitamento próximo ao ápice;
- tipo C: múltiplas constrições;
- tipo D: constrição longe do ápice e com uma porção estreita de canal entre ela e o ápice.

Concluem ser impossível determinar clinicamente o tipo de constrição que se apresenta e sugerem uma associação do método tátil e radiográfico para estabelecimento do limite apical de trabalho, considerando, desta forma, um lugar confiável para estabelecimento desta medida, a distância de 1mm aquém do vértice radiográfico. Os valores médios obtidos neste trabalho devem ser cuidadosamente extrapolados para todos os grupos dentários, uma vez que na amostra não se encontram representantes do grupo de molares.

Observar as alterações fisiológicas da anatomia da região apical em decorrência da idade foi o objetivo de Stein & Corcoran (1990) que estudaram, através da análise em microscopia eletrônica de varredura, 111 dentes extraídos de 47 pacientes, sendo 87 vitais e 24 não vitais. A média de idade foi de 48,9 anos compreendendo uma faixa de 26 a 77 anos. Os resultados apontam que a média da espessura de cimento foi de 0,492mm e que houve uma deposição linear com o decorrer da idade. Além disto, observaram um aumento do desvio do centro do forame apical em relação ao vértice apical da raiz em decorrência dessa deposição cementária. Relataram coincidência da abertura foraminal com o vértice da raiz em apenas 21% dos casos. Contudo, quando tal coincidência não foi observada, a distância entre este e aquela foi, em média, de 0,476mm. Não houve menção sobre os grupos dentários utilizados neste estudo bem como informações sobre possíveis diferenças dos dentes com polpa viva ou polpa mortificada em relação à anatomia apical.



Observando 140 dentes, 70 superiores e 70 inferiores, com 20 representantes de cada grupo, com exceção dos terceiros molares, Gutierrez & Aguayo (1995) estudaram o número e a localização de saídas foraminais. Os dentes foram fotografados em suas quatro dimensões com microscopia eletrônica em 850x. Distâncias de 0,2mm do forame principal ao vértice apical de raízes disto-vestibulares de segundos molares superiores foram registradas. Por outro lado, distâncias de até 3,8mm em raízes méso-vestibulares foram encontradas. Concluem os autores que em todas as raízes houve desvio da saída foraminal em relação ao longo eixo do dente.

A necessidade do estabelecimento de um referencial na imagem radiográfica para a determinação de um limite apical de trabalho foi uma indagação que precisou ser respondida através de estudos, visto que a endodontia está intimamente vinculada às radiografias.

Nesta linha de raciocínio, Pineda & Kuttler (1972) realizaram um estudo com radiografias no sentido méso-distal e vestibulo-lingual em 4.183 dentes, contendo, em média, 261 em cada grupo. Foram utilizadas um total de 7.275 raízes completamente formadas. Através da análise das radiografias, eles conseguiram chegar a algumas conclusões: 1 – a curvatura no terço apical é a mais freqüente (85%) e pode estar em todas as direções; 2 – o diâmetro vestibulo-lingual do canal dentinário no terço apical é freqüentemente maior do que o méso-distal; 3 – em 83,1% dos casos o forame apical teve uma saída em algum dos lados da raiz, com uma distância em relação ao vértice radicular que em alguns casos chegou a 2 ou 3mm; 4 – nos 16,9% restantes houve a coincidência entre estas duas entidades.

Concordando com os estudos desses autores, Cavada (1977) constatou que não existe a coincidência do forame principal com o vértice radicular, fazendo esta comparação radiograficamente e visualmente. Com um instrumento introduzido no interior do canal radicular até a sua abertura no final da raiz, os dentes foram radiografados e houve esta coincidência em apenas 29,6% dos casos.

Analisando os estudos da anatomia apical e da sua relação com a imagem radiográfica, estudos que indicam o ponto ideal para o estabelecimento de uma medida de instrumentação, através do parâmetro radiográfico, foram realizados por Machado & Pesce (1981), fotografando 58 canais radiculares que foram preparados e obturados até o vértice radiográfico. Em apenas um caso a obturação estava posicionada no forame apical e em todos os outros o material estava além. Estes autores sugerem o limite do tratamento endodôntico sempre aquém do vértice radiográfico para que, no momento do reparo, possa haver a deposição cementária favorecendo, desta maneira, o tão esperado vedamento biológico. Ressaltam, também, que em casos de polpa morta, este critério deve ser ainda mais observado, visto que existe uma dificuldade natural de travamento do cone mestre devido à reabsorção cementária patológica.

Da mesma forma, Weine (1982) relata que, em geral, uma referência situada a 1mm do vértice radiográfico seria um ponto aproximado do limite CDC. Segundo este autor, a instrumentação e obturação devem ser nesta região, pois ele acredita ser neste ponto a coincidência com a região de máxima constrição. Preconiza também a utilização de 1,5mm do vértice radiográfico para situações onde existem sugestões radiográficas de reabsorção apical.

Em contrapartida, Schilder (1987) se opõe a atribuir números aquém de uma referência radiográfica, pois considera muito variável a distância desta ao limite CDC. Além disto, este autor preconiza o preparo e obturação no vértice radiográfico, defendendo a importância do preenchimento de todo o sistema de canais radiculares.

Observando radiografias de 28 dentes com uma lima inserida até 1,5mm da saída foraminal, Aun & Gavini (1988) constataram que em 50% dos casos não houve a coincidência entre a medida real e a medida radiográfica e em 39,13% dos casos a segunda era maior do que a primeira.

Contudo, Langeland (1996) assegura que não existe um padrão de distância entre o vértice radiográfico e a constrição apical. Ele considera que

padronizar cálculos e distâncias não nos dá uma direção clínica confiável. Seus estudos destacam a importância do conhecimento da anatomia apical, bem como de boas radiografias, uso da sensação tátil e observação de sangue ou fluídos na ponta da lima ou cones de papel. Segundo este mesmo autor, instrumentação além do limite CDC gera alargamento exagerado da abertura foraminal e injúrias desnecessárias do tecido periodontal.

Baseado nos resultados dos trabalhos dos referidos autores, pode-se verificar que o melhor local para o fim do preparo e obturação do canal radicular se localiza na constrição apical, que por sua vez está situada aproximadamente de 1 a 2mm do vértice radiográfico. Seguindo esse raciocínio, não se pode deixar de considerar que o forame apical situa-se excêntrica em relação ao vértice radicular e pode ter uma distância de vários milímetros deste.

## **2.2 TÉCNICA DE OBTENÇÃO DO COMPRIMENTO DE TRABALHO PELO MÉTODO RADIOGRÁFICO**

Em relação ao método radiográfico, podemos dizer que, antes do advento do raio-X e das primeiras radiografias dentárias, a endodontia era uma especialidade cega, apresentando-se na maioria dos casos como uma terapia de medidas imprecisas.

Procurando critérios para definir uma radiografia ideal, Fitzgerald (1947) estudou a angulação vertical, a colocação do filme e a distância foco-filme na radiografia odontológica. Segundo ele, estes critérios são os seguintes:

- exatidão anatômica em forma e tamanho;
- definição das estruturas;
- um bom contraste e boa densidade para melhor observação de detalhes.

A utilização da radiografia do dente com o instrumento inserido no interior do canal radicular foi a maneira que possibilitou a determinação do comprimento de trabalho de uma forma mais confiável e não mais empírica.

Nesta ordem de idéias, Bregman (1950) preconizou a determinação deste comprimento através de uma regra de três, onde introduzia um instrumento fino de 10mm no interior do conduto e fazia a tomada radiográfica. Nesta radiografia, sabia-se o comprimento aparente do instrumento e do dente (CAI e CAD), faltando somente o comprimento real do dente (CRD) que então era calculado.

Seguindo metodologia semelhante e partindo de uma radiografia inicial com o mínimo de distorção, Ingle (1957) sugere uma técnica de odontometria, na qual mede-se o CAD na imagem radiográfica. Desta medida subtrai-se 3mm de margem de segurança contra possíveis distorções radiográficas, tendo-se o comprimento real do instrumento (CRI). Com este instrumento inserido no interior do canal radicular, nova tomada radiográfica é realizada, tendo assim a possibilidade de medir a distância da ponta do instrumento ao vértice radiográfico, que somada à medida do instrumento inserido no canal radicular nos dá o CRD. Segundo este autor, deve-se subtrair do CRD 0,5mm, mantendo um halo de dente ao redor da lima visível radiograficamente.

De sua parte, Paiva & Antoniazzi (1984) dão ênfase para a necessidade de se estabelecer, radiograficamente, um limite de trabalho. Isto posto, preconizam uma técnica para determinar este limite, como segue: realiza-se a radiografia inicial pela técnica do cone longo e mede-se o CAD. De posse desta medida, faz-se uma média deste valor com o comprimento médio dos dentes, retirados de uma tabela, e subtrai-se 3mm como margem de segurança. Esta medida será transferida para o instrumento e realizar-se-á nova tomada radiográfica, podendo-se, então, medir a distância da ponta do instrumento ao vértice radiográfico, somar com o valor da medida do instrumento e obter o CRD. Para determinação do comprimento de trabalho os autores preconizam o seguinte: 2mm desta referência radiográfica para dentes portadores de vitalidade pulpar, com exceção dos caninos superiores, podendo usar 3mm aquém. Para dentes com polpa mortificada, o valor de referência

sugerido é de 1mm. Entendem os autores que no decorrer do preparo do canal radicular pode haver mudanças nas curvaturas, presença de anfractuosidades que alteram a odontometria inicial, configurando uma odontometria dinâmica. Desta forma dever-se-ia realizar tomadas radiográficas a cada 3 novos instrumentos para evitar lacerações ou perfurações apicais, visando tornar a odontometria uma medida estável.

Cox et al. (1991) avaliaram a concordância de nove examinadores, 3 endodontistas, 3 radiologistas e 3 clínicos gerais na observação de necessidades de ajustes em relação a interpretação de radiografias de odontometria. Quando ajustes de 0,5mm eram necessários, houve a concordância de 67,91% dos examinadores. Porém, para ajustes entre 0,5 a 1mm, o índice caiu para 17,76% e, para situações onde se necessitou mais de 1mm, caiu para 14,33%. Sugerem, os autores, que quando o ajuste na odontometria for, na ordem, de 2mm, para mais ou para menos, nova tomada radiográfica deve ser realizada.

Com o mesmo raciocínio da análise radiográfica do comprimento de trabalho, Eiayouti et al. (2001) compararam imagens radiográficas de medidas de trabalho entre 0 e 2mm com o CRD obtido diretamente em um estudo *in vitro*. O número da amostra era de 91 dentes em um total de 169 canais. Estavam distribuídos em anteriores (30 canais), pré-molares (43 canais) e molares (96 canais) de ambas as arcadas. Quando dois canais convergiam para um único forame apical na mesma raiz, somente um dos canais foi utilizado. Para os dentes anteriores, não houve nenhum caso em que a lima ultrapassou o forame apical, porém em 51% dos pré-molares e em 22% dos molares, houve o sobrepasso do instrumento. Para o grupo de pré-molares, os autores justificam estes resultados devido a incidência de 78% a 93% de excentricidade foraminal neste grupo dentário. Nos 96 canais dos molares os maiores índices de resultados de sobreinstrumentação foi nos superiores, especialmente nas raízes palatina e méso-vestibular, também pela excentricidade foraminal destas raízes.

Relativamente ao que diz respeito a técnicas radiográficas de obtenção do comprimento de trabalho, destaca-se a importância de alicerçar o limite

apical de trabalho à imagem radiográfica, porém sempre levando-se em conta as particularidades anatômicas da região apical da raiz e também as possíveis distorções provocadas pela radiografia.

### **2.3 INFLUÊNCIA DO PREPARO DO TERÇO CERVICAL DA RAIZ NA OBTENÇÃO DO COMPRIMENTO DE TRABALHO**

O preparo prévio do terço cervical tem uma influência decisiva no acesso dos instrumentos ao terço apical do canal radicular.

Stabholz & Torabinejad (1995) avaliaram clinicamente esta influência preparando com brocas de Gates Gliden de nº 2, 3 e 4 a entrada dos canais e observaram a detecção da constrição apical com a sensação tátil. O trabalho foi realizado *in vivo*, utilizando 120 canais, sendo 68 preparados no terço cervical e 52 sem este preparo. Tanto num quanto no outro não houve especificação dos grupos dentários envolvidos ou do tipo de patologia dos dentes. Após a verificação da constrição através da sensação tátil, os dentes eram radiografados e divididos em 3 critérios: 1mm aquém do vértice radiográfico, mais de 1mm aquém e sobrepasso do instrumento. Concluem os autores que em 75% dos casos de dentes com preparos prévios do terço cervical houve medidas 1mm aquém desta referência em comparação com o grupo sem preparo prévio que obteve 32,3% para a mesma medida. Em contrapartida, houve mais sobrepasso nos casos onde ocorreu o preparo prévio (21%) em comparação com o grupo sem este mesmo preparo (41%).

Utilizando metodologia semelhante, porém desenvolvida *in vitro*, Souza & Reiss (2002) introduziram uma lima tipo K de número 15 no interior do canal radicular, antes e depois do preparo prévio do terço cervical. Após a remoção das interferências deste terço, o instrumento penetrou, em média, 2,3mm a mais. Os autores concluem que, além de facilitar a irrigação-aspiração, o preparo prévio dos terços cervical e médio facilita a escolha de um instrumento anatômico que se justapõe ao terço apical. Esta importante informação vem ao encontro ao estudo de Vier et al. (2004) que mostra que a maior constrição do canal radicular está no terço cervical.

Baseados nestes três estudos verifica-se a importância de se trabalhar previamente na região do terço cervical da raiz dentária, evitando-se assim uma odontometria dinâmica indesejável e proporcionando uma estática com uma medida constante e confiável durante a determinação do comprimento de trabalho e de todo o preparo do canal radicular, além de oferecer mais facilidade à instrumentação. Além disto, a remoção de pontos de grande constrição desta área favorece o acesso de instrumentos ao limite CDC e por conseguinte as manobras de irrigação/aspiração, preparo e obturação do canal radicular.

## **2.4 TÉCNICA DE OBTENÇÃO DO COMPRIMENTO DE TRABALHO PELO MÉTODO ELETRÔNICO**

Considerando todas as dificuldades anatômicas e radiográficas de estipularmos um comprimento de trabalho que se encontre com confiabilidade no limite CDC, Custer (1918) apud Teixeira (1997), preocupado com o elevado número de exodontias sugerido pelos médicos na época, foi o primeiro autor que sugeriu um método elétrico que fosse capaz de apontar a saída foraminal. Esta proposição baseava-se em princípio de condutividade elétrica do canal radicular seco e do tecido ao redor do forame em que o dente funcionaria como um isolante.

Esta idéia foi revisada por Suzuki (1942) apud Teixeira (1997) que estudou a passagem de corrente elétrica através de dentes de cães. Ele observou um valor constante de resistência elétrica entre um instrumento inserido no interior do canal e um eletrodo conectado na mucosa oral. Segundo o autor, este princípio poderia ser utilizado para determinação do comprimento de trabalho.

Baseado nos princípios deste autor, Sunada (1962) observou que em 124 dentes havia um valor constante de resistência elétrica de  $6,5K\Omega$  ( $40\mu A$ ) entre o periodonto e a mucosa oral. O aparelho do autor trabalhava com o princípio de corrente contínua e o valor de  $40\mu A$  se observava constante, a despeito de

perfurações radiculares acidentais em todas as áreas do periodonto, independente do sexo, idade ou tipo de dente. Outro achado deste estudo é de que o valor de 37 $\mu$ A foi observado quando o instrumento atingia de 0,5 a 1mm aquém do vértice radicular. O principal defeito deste aparelho era que, como usava corrente contínua, havia uma geração de instabilidade e polarização da ponta da lima, alterando as medidas na presença de umidade.

#### **2.4.1 Estudos *in vitro***

Dentre os modelos experimentais para o estudo da confiabilidade dos localizadores apicais eletrônicos estão inseridos os estudos *in vitro*, nos quais os dentes são imersos em soluções eletrocondutivas, juntamente com o conector labial. As medições eletrônicas são realizadas e posteriormente comparadas com o comprimento real do dente visualizado diretamente.

A apresentação de um destes modelos foi realizada por Czerw et al. (1994) sendo constituído de uma mistura de gelatina com soro fisiológico e que se mostrou eficaz em todos os casos testados em dentes anteriores utilizando os aparelhos EXACT-A-PEX e FORAMATRON IV.

Lucena-Martin et al. (2004) utilizaram 20 dentes, cujos ápices foram imersos em alginato. Um dos operadores determinou o CRD e outros dois operadores realizaram as medições eletrônicas com três localizadores. Para o JUSTY II, dependendo do operador, houve detecção do forame apical de 80 a 85% dos casos. Em relação ao NEOSONO 85 a 90% e para o ROOT ZX 85%. Segundo estes autores, quando houver discrepância entre o método eletrônico e o radiográfico, deve ser dada mais confiabilidade para o primeiro.

A eletrocondutividade das substâncias encontradas no interior do canal radicular nem sempre é a mesma, fator este constantemente avaliado pela literatura.

Neste particular, Weiger et al. (1999) buscaram avaliar nos aparelhos ROOT ZX e APIT a melhor maneira e o melhor agente de irrigação para detectar corretamente a constrição apical. Os resultados deste estudo



mostram que para a melhor efetividade do ROOT ZX o hipoclorito deve ser a solução de escolha e deve-se procurar no visor do aparelho as leituras de "0,5" e "Apex". Quanto ao APIT, o hipoclorito de sódio também é a solução de escolha e deve-se buscar no visor a leitura "Apex".

Nesta mesma ordem de idéias, Jenkins et al. (2001) comparou a influência de irrigantes diferentes no funcionamento do ROOT ZX. Os irrigantes eram os seguintes: anestésico local, hipoclorito de sódio 5.25%, RC prep, EDTA líquido, peróxido de hidrogênio a 3% e Peridrex. Com esta metodologia, *in vitro*, o referido dispositivo eletrônico conseguiu detectar o forame apical em todos os casos, não sendo observada nenhuma influência do tipo de agente irrigante.

Sendo o hipoclorito de sódio a solução irrigadora mais freqüente na terapia endodôntica, Meares et al. (2002) usou concentrações diferentes desta substância no interior dos canais radiculares cujos ápices se encontravam imersos em soro fisiológico. Concentrações de 2,125% e de 5,25% foram utilizadas e em 83% dos casos, com uma margem de mais ou menos 0,5 mm do forame apical, o ROOT ZX foi eficaz, sem influência das concentrações de hipoclorito.

Kobayashi & Suda (1994) apresentaram um novo conceito de localizador (ROOT ZX) que trabalha com medidas simultâneas de duas impedâncias através de dois sinais diferentes de freqüência. Neste estudo, eles realizaram avaliações *in vivo* e *in vitro* e denominam este método de "ratio method", ou seja, método da razão entre as impedâncias. Resultados do estudo *in vitro* demonstraram que esta razão entre as impedâncias, utilizando sinais de freqüência de 10Khz e 1Khz, é constante e apresenta o valor de 0,72 na CA, a 0,5mm do forame apical. Associando estes resultados com os do estudo *in vivo*, que avaliou diferentes eletrólitos no interior do canal radicular, os autores concluem que este método é confiável para localização da área de máxima constrição e elimina a influência da solução irrigadora na medição eletrônica.

Outro fator que pode representar influência no funcionamento destes dispositivos eletrônicos é o preparo prévio do terço cervical da raiz. Procurando

resposta para este questionamento, Rivera & Seraji (1993) avaliaram o NEOSONO D/SE antes e depois da instrumentação do canal radicular e também em relação à recapitulação ou não de instrumentos durante o preparo do canal. Concluem os autores que 70% das medições, após o preparo, ficaram mais curtas do que antes e sugerem, baseado nos resultados, que recapitular e manter a patência do canal radicular é necessário para obter leituras eletrônicas confiáveis.

Utilizando molares, em um total de 116 canais radiculares, Pallarés & Faus (1994) avaliaram 2 aparelhos antes e após a remoção do conteúdo da cavidade pulpar. Os resultados mostraram que em 84,8% para o ODOMETER e 89,6% para o ENDOCATER houve leituras confiáveis, considerando 0,5mm de margem de segurança, para canais secos. Em relação aos canais radiculares com conteúdo pulpar, 79,3% para o primeiro e 88,7% para o segundo foram os percentuais obtidos na detecção do limite CDC. Concluem os autores que quando o canal é parcialmente instrumentado há uma maior facilidade de acesso do instrumento ao terço apical, facilitando a medição eletrônica, a despeito do conteúdo do mesmo.

Também avaliando o preparo prévio do terço cervical do canal radicular, Ibarrola et al. (1999) em raízes mesiais de molares inferiores e o ROOT ZX, utilizando como parâmetro a constrição apical. A média das medidas da ponta do instrumento à constrição foi de 0,04mm para o grupo do preparo prévio e 0,4mm para o grupo sem preparo do terço cervical. Concluem os autores que houve diferença na análise estatística devido à obstruções dentinárias em 3 casos do grupo com preparo prévio, porém não há relevância clínica nesta diferença.

Nesta linha de raciocínio, Tinaz et al. (2002) utilizaram três diferentes localizadores de terceira geração (ROOT ZX, BINGO 1020 e APEX FINDER) manipulados por operadores com diferentes graus de experiência. Concluem os autores que estes aparelhos não requerem experiência prévia para a sua utilização e que apesar de não ter havido diferença estatística entre o preparo prévio ou não do terço cervical, este deve ser realizado, pois facilita a utilização dos instrumentos no terço apical.

Tendo em vista que funcionamento dos localizadores apicais eletrônicos requer a presença da constrição apical e, conseqüentemente, do forame apical, Ramos & Bernardineli (1994) avaliaram a influência do diâmetro deste último na precisão da detecção de um ponto situado a 1mm dele com o APIT. O dispositivo foi confiável quando o diâmetro do forame apical foi de 0,32 e 0,52mm, porém em diâmetros de 0,72 houve uma tendência do aparelho oferecer medidas aquém das reais. Segundo os autores, a presença da constrição limita a medição eletrônica através do aumento da impedância, traduzida por um estreitamento no fluxo da corrente elétrica e conseqüentemente aumento do gradiente de voltagem na região. O aparelho possui uma calibragem indicando uma variação de impedância média, constatada em medições pré-determinadas, localizando a ponta do instrumento a 1mm da abertura foraminal. Quando o dente possuir uma constrição de maior calibre, a medição é dificultada pela menor variação gradativa de impedância. O maior valor de variação das duas impedâncias, medidas a partir da aplicação de duas freqüências de 1Khz e 5Khz, tende a ser na constrição máxima, provocando leituras mais próximas do forame. Onde o diâmetro for maior, a ausência da área de constrição diminui os valores do gradiente de voltagem da corrente elétrica causando uma diminuição da impedância na região apical. Nestes casos, existe uma tendência de os aparelhos indicarem uma medida mais curta do que o normal.

Goldberg et al. (2002), simularam reabsorções para avaliar O ROOT ZX na detecção da constrição apical. Na análise dos resultados foram consideradas aferições de 0,5, 1 e 1,5mm em relação à visualização direta da lima no forame e o aparelho foi eficaz em 62,7%, 94% e 100%, respectivamente.

Comparações entre a detecção da constrição apical ou forame apical com o CRD e com a imagem radiográfica também podem ser avaliadas *in vitro*. Foram os aspectos estudados por Martinez-Lozano et al. (2001) que compararam o APIT, radiografias com filmes convencionais e tomadas radiográficas com imagem digital utilizando como parâmetro a saída foraminal. Em um teste piloto prévio, 6 observadores estipularam a lima de número 15

como a que melhor se pode visualizar nas radiografias. Resultados satisfatórios, permitindo 0,5mm a mais ou a menos, foram observados em 67,8% dos casos para o método eletrônico, 50,6% em radiografias convencionais e 61,4% para radiografias digitais, sem nenhuma diferença estatística entre os percentuais. Limas posicionadas além do forame apical foram encontradas em 7,1% em medições eletrônicas, 12% em radiografias convencionais e 20% em radiografias digitais. Concluem os autores que nenhum dos métodos, isoladamente, foi eficaz, considerando a metodologia utilizada.

Com o surgimento da mecanização da endodontia, associações desta com os localizadores foram sugeridas. Trabalhar com o ultrassom em associação a uma condição real da detecção da constrição apical (ROOT ZX) foi idealizada por Kobayashi et al. (1996). Testando o sistema em dentes extraídos, o mecanismo de auto-bloqueio, no momento em que o instrumento iria ultrapassar a região da constrição ou quando o excesso de força era utilizado, foi eficaz.

Da mesma forma, associando o mesmo localizador, mas com rotação contínua utilizando limas de níquel-titânio, Kobayashi et al. (1997) apresentam o TRI AUTO ZX. O sistema funciona com bateria recarregável com duração de aproximadamente 40 minutos e com um mecanismo de auto-reverse quando o aparelho atinge a constrição máxima ou quando a rotação excede 280 rpm.

Com a utilização deste tipo de liga nas limas de instrumentos rotatórios, Thomas et al. (2003) não encontraram diferenças entre a utilização de limas de aço inox e limas de níquel-titânio na detecção do forame apical de dentes extraídos. Porém, os autores, encontraram nos resultados tendências de limas mais finas oferecerem medidas mais próximas do CRD.

#### **2.4.2 Estudos *in vivo* envolvendo a exodontia do dente**

Outro modelo experimental para avaliação dos localizadores apicais é o modelo *in vivo*, no qual a medição eletrônica é realizada no dente, com este

em boca, e após é realizada a exodontia com o instrumento cimentado no interior do canal radicular. O efeito comparativo é com o CRD, quando o parâmetro de avaliação é o forame apical. Quando se deseja fazer a comparação com a constrição apical, torna-se necessário o desgaste dos milímetros finais da raiz para visualização da ponta do instrumento em relação à esta área. Outro fator de avaliação que pode ser acrescido ao modelo é a radiografia antes ou após a exodontia.

Utilizando como parâmetro de avaliação a abertura foraminal, O'neil (1974) estudou o SONO-EXPLORER em 53 canais radiculares. Os resultados indicaram que em 83% dos casos as duas medidas foram coincidentes e as medições eletrônicas foram mais curtas em 17%.

Gavini et al. (1990) confrontaram as medidas do SONO-EXPLORER MARK III, em condições clínicas de necrose pulpar, na comparação da medida eletrônica com um ponto situado a 1mm do forame apical, observado após a exodontia. A porcentagem de coincidência das medidas foi de 87,5%.

Também em um estudo clínico, Mayeda et al. (1993) analisaram o ENDEX em 33 dentes monoradiculares, sendo 17 com polpa viva e 16 com polpa morta. Na metodologia os autores utilizaram limas de calibres diferentes, de acordo com o diâmetro da região apical dos canais radiculares. Medidas compreendidas entre 0,86 aquém e 0,50 além foram encontradas para todos os casos, sem observação de diferença entre dentes com polpa viva ou mortificada. Segundo os autores, limas de calibres mais finos demonstraram uma tendência a oferecerem medidas mais próximas da constrição apical.

A seu modo, Teixeira et al. (1995) utilizaram 20 dentes monoradiculares portadores de polpa viva e mortificada. Não foi observada diferença em relação à situação patológica dos dentes. As medidas variaram entre 3mm aquém e 1mm além do forame apical sendo o EXACT-APEX e o APIT os que apresentaram as medidas mais extremas. Concluem os autores que em 90% para os aparelhos METER S II, APIT e EXACT-A-PEX e 75% para o ENDOSONIC houve medidas aquém ou justapostas ao término do canal radicular.

A sua vez, Lauper et al. (1996) utilizaram dentes vitais e necróticos, dos quais 12 eram incisivos, 1 era pré-molar e 8 molares. Usando o indicador de mais ou menos 1mm da saída foraminal, 100% dos casos para o APIT e 86% para o ODONTOMETER foram confiáveis. Apesar destes resultados, o primeiro foi mais irregular, tendo 70% das medidas além do forame apical, enquanto o segundo 36,6%.

Utilizando o ROOT ZX em 26 dentes vitais, Shabahang et al. (1996) concluem que o referido dispositivo foi eficaz em 96,2% dos casos. Para observação destes dentes, houve um processo de remoção de matéria orgânica para obter transparência dos espécimes.

Ainda em relação a este localizador apical, Vajrabhaya & Tepmongkol (1997) determinaram que medidas negativas estavam localizadas aquém do forame apical e positivas além. Concluem os autores que o aparelho foi eficaz em 100% dos casos, com medidas entre -0,3 e +0,1mm, independente da situação pulpar ou da idade dos pacientes.

Buscando avaliar a influência da excentricidade foraminal na confiabilidade do ROOT ZX, Pagavino et al. (1998) encontraram como resultado a eficiência de 82,75% com um grau de tolerância de 0,5mm. Quando esta tolerância foi para 1mm o percentual subiu para 100%. Em praticamente todos os casos o instrumento estava além do forame apical e medidas mais precisas foram observadas em dentes onde este coincidia com o vértice apical (média de 0,268mm). Quando esta coincidência não existia, houve maior dificuldade do aparelho em fazer esta localização, tendo como média das medidas 0,531mm. Os autores sugerem, baseados em seus resultados, que para os dentes em que a abertura foraminal coincide com o vértice dentário deve-se recuar 0,5mm, enquanto quando ela está situada lateralmente o recuo deve ser de 1mm.

A seu modo, Grimberg et al. (2002) em um estudo clínico com o TRI AUTO ZX procuraram avaliar o desempenho deste sistema em 25 dentes humanos. Medição eletrônica com o sistema rotatório, verificação do

funcionamento do reverse do aparelho na medida de 0,5mm foram as verificações clínicas. As medições eletrônicas coincidiram com o momento do reverse do aparelho, para não haver a sobreinstrumentação, em todos os casos. Em uma medida do CRD subtraída de 0,5mm, as medidas eletrônicas coincidiram em 40% dos casos. Nos 60% restantes as medidas ficaram, em média, 0,23mm aquém desta medida. Concluem os autores que este sistema representa um excelente recurso para evitar a sobreinstrumentação do canal radicular.

A influência de substâncias eletrocondutivas no funcionamento de localizadores apicais, também pode ser estudada por este modelo experimental. Esta foi a escolha de Arora & Gulabivala (1995) quando compararam a eficácia dos dispositivos eletrônicos ENDEX e RCM MARK II em dentes com polpa viva e necrótica, contendo os mais diversos fluídos e também o hipoclorito de sódio. Foi agregado a este modelo experimental a radiografia periapical antes da exodontia. Percentuais de sucesso na detecção do forame apical foram de 91,3% para o primeiro localizador e 84,8% para o segundo, independente da substância no interior do canal radicular. Alertam os autores, para o fato de que, na maioria dos casos em que a lima estava no vértice radiográfico, havia na visualização direta o instrumento fora do canal radicular.

Do mesmo modo, Teixeira et al. (1995) avaliaram o APIT e o ENDOSONIC em 18 dentes vitais uniradiculares. O primeiro foi exato em 38,8% dos casos e o segundo obteve o percentual de acerto de 27,7%. Além disto, o ENDOSONIC obteve um percentual maior do que o APIT de medidas além da saída foraminal. Diferentes soluções irrigadoras não apresentaram interferência no funcionamento dos aparelhos.

Nesta ordem de idéias, Pilot & Pitts (1997) propuseram uma avaliação *in vivo* para detectar a mudança de impedância elétrica de um localizador em pontos situados entre 0,5 e 3mm do forame apical, usando 5 sinais de freqüências diferentes. Outra variável deste estudo foi a utilização de diferentes soluções irrigadoras. Segundo os autores, deve-se manter a câmara pulpar livre do meio eletrocondutivo para evitar possíveis conduções elétricas

entre o dente e a lima, ou entre o dente e a genviva. Concluem também que o ponto de maior impedância ocorreu numa região situada a 0,25mm aquém da abertura foraminal.

Acrescentando o parâmetro radiográfico a esta metodologia, Moraes et al. (1988) avaliaram o FORAMATRON III em 21 canais em que a posição das limas em relação à saída foraminal foi comparada com a imagem das radiografias que foi feita antes da exodontia. O referido dispositivo eletrônico foi eficaz em 38,1% dos casos, enquanto o método radiográfico teve o percentual de 42,8%. Se utilizarmos como parâmetro medidas compreendidas entre 0 e 5mm aquém da saída foraminal, os percentuais sobem para 52,4 e 71,4%, respectivamente.

Igualmente, Britto Jr. et al. (1989) trabalhando com dentes multiradiculares e o localizador PIO encontraram resultados com percentuais de acerto abaixo de 50% e concluíram que existe uma tendência de o método radiográfico apresentar medidas de comprimento dos dentes maiores do que as reais e o inverso ocorreu com o referido dispositivo eletrônico. Portanto, há maior risco de sobrepasse do instrumento usando-se o método radiográfico.

Resultados semelhantes foram obtidos, nesta mesma linha de pesquisa, por Fouad et al. (1990) na comparação de 5 localizadores. Percentuais de acerto entre 55 e 75%, com uma margem de segurança de mais ou menos 0,5mm, foram encontrados e o método radiográfico foi confiável em 53% das vezes. Os autores indicam a utilização destes aparelhos, porém em associação com a confirmação radiográfica, que obteve índices semelhantes, mas que nos fornece informações importantíssimas a respeito da anatomia dos dentes.

Utilizando duas diferentes técnicas radiográficas de odontometria e um localizador, Menim et al. (1993) obtiveram os melhores resultados pela técnica do cone longo, seguido pelo ENDOMETER e pela técnica do cone curto.

Contudo, avaliando o JUSTY II em 15 dentes monoradiculares, Nass & Ferreira (2002) observaram que em 85,71% dos casos a medida foi confiável. Além disto, coincidências de medidas entre o vértice apical e observações



radiográficas foram consideradas confiáveis em 80% das radiografias. Concluem os autores que: 1- não houve diferença estatística entre o método eletrônico e o radiográfico; 2- alertam para o fato de que, ao utilizar o método radiográfico, há uma tendência de obtermos medidas maiores do que as reais, o que significa, clinicamente, sobrepasso do instrumento.

Paralelamente, Kaufman et al. (2002) constataram que o BINGO 1020 obteve resultados mais próximos do CRD do que o ROOT ZX (médias de 0,08mm e 0,76mm, respectivamente). Os autores concluem que as medidas eletrônicas foram sempre mais próximas do CRD do que as radiográficas, mas que em todas as radiografias observava-se que a lima estava envolta por estrutura dentária.

De outra parte a visualização direta da ponta do instrumento em relação à constrição apical através da exposição desta área se torna uma outra maneira de avaliar a confiabilidade dos localizadores apicais.

Seguindo esta linha de pesquisa, Lee et al. (2002) avaliaram a influência de diferentes situações clínicas no funcionamento de um localizador baseado no princípio da razão entre as impedâncias calculadas por duas frequências (0,5 e 10kHz). Trinta e um canais de dentes com indicação de exodontia por motivo ortodôntico foram submetidos à medição eletrônica procurando a detecção da constrição apical. Após a exodontia, os dentes foram desgastados na região apical e medidas da ponta do instrumento até esta área e até a saída foramina foram estabelecidas em microscopia e transformadas em imagem digital para medição em milímetros no programa photoshop 5.5. Os resultados indicaram que em 94% dos casos as medições entre a ponta do instrumento e o forame estavam corretas, admitindo 0,5mm para mais ou para menos. Usando esta mesma margem de segurança, 92% dos casos foram considerados confiáveis para distâncias entre a ponta do instrumento até a constrição. Os autores questionam a validade do método utilizado, principalmente no que diz respeito ao estabelecimento da área de maior constrição do canal, que nem sempre coincide com o limite CDC. Especulam, ainda, que na maioria dos casos em que o aparelho acusava este limite, na visualização direta a lima estava, na verdade, além. Segundo eles, esta informação parece denotar que nem sempre há uma leitura do estreitamento

máximo, mas do ponto onde o ligamento periodontal começa. Defendem, ainda, a idéia de utilizar como parâmetro de avaliação para o estudo de localizadores sempre a saída foraminal.

Nesta metodologia da observação direta da constrição apical, pode-se acrescentar também o parâmetro radiográfico de avaliação da confiabilidade dos aparelhos eletrônicos. Foi o que fizeram Keller et al. (1991) procurando avaliar o ENDOCATER na detecção da constrição apical em comparação a do operador em ajustar o instrumento nesta mesma região. Para isto, foram utilizados 30 canais radiculares de elementos anteriores e 39 de posteriores. O aparelho foi eficiente em 67,7% dos casos, enquanto o operador conseguiu colocar a lima a mais ou menos 1mm da constrição em 95,8%. Concluem os autores que, sem radiografias de confirmação, 59,6% dos canais medidos eletronicamente e 32,3% dos canais onde houve o ajuste do operador teriam sido sobreinstrumentados, visto que estavam além do limite CDC.

Pratten & McDonald (1996) em um estudo com 27 dentes de 6 cadáveres humanos obtiveram os melhores resultados com o ENDEX do que com o método radiográfico. Pela análise das radiografias, houve uma tendência de sobreinstrumentação, devido à inabilidade do método de mostrar a constrição apical. Os autores assumem como limitação deste trabalho os seguintes aspectos: 1 – muita variabilidade na amostra (havia 9 pré-molares inferiores); 2 – utilização de peças humanas fixadas, não se tendo ainda referências sobre a eletrocondutividade de soluções fixadoras que, provavelmente, estariam no interior destes canais radiculares; 3 – haviam 4 molares superiores na amostra, que são dentes com difícil interpretação radiográfica, quando comparados com outros grupos dentários analisados no estudo.

De sua parte, Dunlap et al. (1998), com uma margem de 0,75mm da constrição apical, conseguiram eficiência com o ROOT ZX em 94,1% dos casos, com médias de 0,21mm para dentes com polpa vital e 0,49mm em dentes com polpa mortificada. Não houve nenhum dente em que a lima ultrapassasse o forame e em 74% das vezes as medições estavam aquém do vértice radiográfico, com medidas que iam desde -2,13mm até -0,11mm. Os autores concluem que a detecção da constrição máxima com os localizadores apicais deve ser complementada com tomadas radiográficas e exemplificam

um caso, em que a lima se encontrava a 0,3mm aquém desta área e radiograficamente a medida era de 1,5mm aquém.

Welk et al. (2003) realizaram medições em 32 dentes com dois localizadores e obtiveram como resultados a média da ponta do instrumento à constrição apical de 1,03mm para o ENDO ANALYSER (localizador com 5 sinais de frequência) e 0,19mm para o ROOT ZX (localizador com 2 sinais de frequência). Relativamente à habilidade em localizar com exatidão a constrição apical, obtiveram 34,4% para o primeiro e 90,7% para o segundo. No que tange a imagem radiográfica das limas no canal, houve 81,3% de coincidência entre esta e a posição da lima no interior deste.

Utilizando a mesma metodologia e os localizadores JUSTY II e ENDY 5000, Hoer & Attin (2004) realizaram medições eletrônicas em 93 canais radiculares. Primeiramente foram estabelecidas medidas entre o maior forame e a constrição apical. Após, a habilidade dos localizadores e do método radiográfico em detectar esta área ou regiões entre ela e o forame apical foram avaliadas. O primeiro localizador foi capaz de detectar 82,5% de casos na distância entre estas duas entidades, enquanto o segundo, 81% e o método radiográfico 71%. A detecção exata da constrição apical aconteceu em 51% com o JUSTY II, 63% para o ENDY 5000 e 43% com relação ao método radiográfico. Concluem estes autores que a correta determinação do comprimento de trabalho se dá através da combinação entre o método eletrônico e o radiográfico.

#### **2.4.3 Estudos *in vivo* utilizando o parâmetro radiográfico**

Avaliar o desempenho de localizadores apicais em determinar medidas radiograficamente aceitas pode ser uma das maneiras de pesquisar localizadores apicais. Realiza-se, primeiramente, a medição eletrônica e após, com o instrumento estabilizado nesta medida, realiza-se uma tomada radiográfica para observação da ponta da lima em relação ao vértice apical radiográfico.

Desta maneira, Kaufman et al. (1989) obtiveram como resultados que as medidas calculadas pelo método radiográfico, apresentaram uma tendência de serem mais longas do que as dos localizadores. Em relação à comparação das medidas fornecidas por dois dispositivos eletrônicos, o SONO-EXPLORER teve medidas mais distantes do vértice radiográfico do que as do DENTOMETER.

Da mesma forma, Frank & Torabinejad (1993) estudaram o ENDEX em situações clínicas diferentes, soluções irrigadoras e fluídos variados no interior do canal radicular. Considerando uma margem de segurança de 0,5mm do vértice radiográfico, 89,64% dos resultados foram corretos, independente da situação patológica dos dentes ou do tipo de fluído no interior do canal radicular. Segundo os autores, degraus, curvatura, direção das raízes e quantidade de canais adicionais são informações necessárias na terapia endodôntica e só podem ser fornecidas pela imagem radiográfica. De outra parte, sobreposições anatômicas podem dificultar a correta determinação do comprimento de trabalho e, portanto, eles indicam a associação dos dois métodos como a situação ideal.

A sua vez, Neto et al. (1995) usando o APIT em 282 canais constataram que este foi preciso em 98,5% dos casos e os autores fazem as seguintes observações em relação ao uso deste dispositivo: 1-correto isolamento absoluto, evitando passagem de fluídos bucais para a cavidade endodôntica; 2-câmara pulpar seca, porém canal radicular preenchido com solução irrigadora; 3-em caso de presença de restaurações metálicas, evitar o contato da lima com o metal; 4-inserção do grampo labial próximo ao dente a ser aferido, porém sem entrar em contato com o grampo do isolamento absoluto; 5-utilização de limas compatíveis com o diâmetro dos canais, para que ocorra o contato entre o instrumento e as paredes dos mesmos; 6-controle do eletrodo porta-limas, evitando sua oxidação; 7-observação da carga da bateria, pois se observou alteração na efetividade do dispositivo quando a carga estava fraca.

Ounsi & Haddad (1998) conduziram uma pesquisa em 37 dentes monoradiculares, realizando primeiramente a determinação da saída foramina

através do método sinestésico, seguido do método eletrônico e, posteriormente do radiográfico. Os resultados, em relação ao percentual de acerto, foram os seguintes: 1- sensação tátil, 43,38%; 2-radiografias, 97,06% e 3-ENDEX, 84,56% de medidas localizadas nesta área com tolerância de 0,5mm.

Fouad & Reid (2000) propuseram um estudo para verificar se havia diminuição na quantidade de tomadas radiográficas utilizando ou não o ROOT ZX. Observações das radiografias finais mostraram que o número de casos aceitáveis radiograficamente foi melhor para o grupo com o uso do localizador e o número de radiografias para realização das endodontias foi menor para o tratamento de dentes anteriores e pré-molares, mas não houve diferença para os molares.

Visando este mesmo objetivo, Saad et al. (2000) propuseram uma técnica preconizando a associação do ROOT ZX e radiografia digital. Esta técnica foi utilizada em 14 dentes, 6 eram anteriores, 4 pré-molares e 4 molares. A condição clínica destes dentes não foi informada. Após a tomada radiográfica inicial, foi executada somente a radiografia da prova do cone mestre. Terminado o procedimento, a radiografia final foi realizada e feito um controle radiográfico de 6 ou 8 meses. Os autores concluíram que, através da observação do sucesso clínico destes casos, esta técnica pode ser indicada para reduzir a dose de radiação no tratamento endodôntico.

Berger et al. (2001) usou o APEX FINDER em 142 canais de dentes mono e biradiculares. Na análise das radiografias, medidas entre 0,5 e 1,5mm entre a ponta do instrumento e o vértice radiográfico foram consideradas aceitáveis. O índice de confiabilidade deste localizador foi de 79,5% dos casos.

Utilizando o mesmo dispositivo eletrônico, Pommer et al. (2002) com uma amostra de 171 canais, em que 105 continham polpa viva, 47 necrose pulpar e 19 eram retratamentos, obteve os seguintes resultados: 93,9% para dentes com polpa viva e 76,6% em casos de necrose pulpar em observações entre 0,5 e 1mm aquém do vértice radiográfico. Nos casos de retratamento o percentual de acerto foi de 68,4%, porém o número de casos foi pequeno.

Brunton et al. (2002) obtiveram como resultado que houve diferença na quantidade de radiografias utilizando o método eletrônico em comparação com a odontometria convencional, sendo que no primeiro foram necessárias menos tomadas radiográficas. Entretanto, na comparação das medidas com a real posição da constrição esta diferença não foi observada. Sugerem ainda, que a combinação de localizadores e radiografias parece oferecer melhor confiabilidade do que somente o uso de radiografias. Ressaltam também a escassez de estudos avaliando estes dispositivos em dentes posteriores.

A seu turno, Renner et al. (2003) usando o NOVAPEX obtiveram resultados de 75% e 80,9% de acerto para polpa viva e polpa morta, respectivamente. A amostra era composta por 37 dentes monoradiculares e a medição eletrônica foi considerada confiável em medidas compreendidas entre 0,5 e 1,5mm aquém do vértice radiográfico.

Da mesma forma, Versiani et al. (2004) realizaram um estudo clínico com o JUSTY II em 56 dentes, sendo 19 anteriores, 4 pré-molares e 33 molares. Percentuais de 94,74% para os primeiros, 75% para os segundos e 51,52% para os terceiros foram coincidentes com o parâmetro de 1mm do vértice radiográfico. Frente a estes resultados, os autores sugerem sempre a confirmação radiográfica após as aferições eletrônicas.

#### **2.4.4 – Contra-indicações e indicações dos localizadores apicais**

Contra-indicações em relação ao uso de localizadores apicais eletrônicos foram relatados por Garofalo et al. (2002) testando *in vitro* possíveis interferências entre 5 tipos de aparelhos e um marca-passo cardíaco modelo BIOTRONIK ACTROS DR+. Utilizando-se de um osciloscópio e um programa de computador que monitorava localizadores e marca-passo, os autores não observaram interferência ou inibição no funcionamento normal do marca-passo e sugerem o uso em pacientes, admitindo a limitação do estudo por ser *in vitro*.

É o que sugerem também Beach et al. (1996) através do relato de um caso clínico com a utilização de localizador em paciente portador de marca-passo cardíaco. Os autores assumem que a utilização do dispositivo era

contra-indicada pelo manual do fabricante, mas que perante a liberação do cardiologista decidiu-se por realizar o procedimento. Sugerem os autores que cuidados redobrados devem haver com equipamentos elétricos do consultório odontológico, como por exemplo, o eletrocautério e o ultra-som.

Segundo Kobayashi (1995), as principais vantagens da utilização do método eletrônico são: redução de radiação, confiabilidade, facilidade, rapidez. Considera o único método capaz de, realmente, fazer a localização da constrição apical. Ressalta como limitação deste aparelhos as dificuldades em estabelecer medições em dentes com ápice aberto. Além disto, alerta para dentes muito longos, largos na região apical e preenchidos com muita solução irrigadora, onde pode-se ter medidas curtas em relação ao vértice apical.

Conforme Gordon & Chandler (2004), nenhuma técnica é satisfatória na busca pelo comprimento de trabalho em endodontia. Modernos localizadores apresentam confiabilidade acima de 90%, mas ainda apresentam algumas limitações. Ainda conforme os autores, conhecimento da anatomia apical, uso coerente de radiografias e o uso correto destes dispositivos irão nos levar à resultados desejados.

## **3 PROPOSIÇÃO**



O presente trabalho tem por objetivo avaliar, *in vivo*, a efetividade do localizador apical NOVAPEX na determinação do comprimento de trabalho de instrumentação, em canais de dentes com polpa viva e mortificada, tendo-se como parâmetro de comparação o método radiográfico efetuado pela técnica periapical da bissetriz.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS**

A realização deste experimento deu-se após o projeto de pesquisa ser aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), (anexo 1) e da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), (anexo 2).

#### **4.2 TIPOS DE PESQUISA**

Pesquisa experimental em paciente humano.

#### **4.3 METODOLOGIA**

Para a realização do experimento foram selecionados 228 canais em 156 dentes, de todos os grupos dentários, de pacientes entre 12 e 65 anos, em tratamento nas disciplinas de Endodontia II e III da UNISC.

Após a seleção dos dentes ter sido efetuada e, antes de dar início ao tratamento, os pacientes foram devidamente informados sobre os procedimentos a serem realizados, assinando o termo de consentimento esclarecido (anexo 3). Cada paciente teve seus dados anotados em uma ficha clínica (anexo 4).

Para a execução da fase experimental, previamente realizou-se a anamnese e o diagnóstico das condições pulpares e periapicais. Este diagnóstico se fez basicamente através dos recursos semiotécnicos usados como rotina pelo cirurgião-dentista: testes de percussão vertical e horizontal, palpação de fundo de sulco, teste de mobilidade dentária e teste de sensibilidade ao frio.

Relativamente à radiografia inicial, foi feita pela técnica periapical, com o uso de posicionador. Primeiramente foi avaliado, com o auxílio de uma lupa com aumento de 10 vezes, os seguintes aspectos: presença de reabsorções interna e externa, presença de tratamento endodôntico, de canais muito

atrésicos, de calcificações, presença de formação radicular incompleta, dificuldade de visualização da região pericapical por qualquer motivo (sobreposição de imagens, por exemplo). Quando estas condições foram observadas, os dentes não foram utilizados na amostra.

Não estando em nenhuma das situações acima relatadas, os dentes foram selecionados para o estudo. Realizada a anestesia, foi efetuado o isolamento absoluto do campo operatório, remoção de tecido cariado, o acesso cirúrgico, exploração do canal radicular, preparo do terço cervical do canal radicular e odontometria pelo método eletrônico.

A remoção de tecido cariado, quando existente, foi feita com auxílio de brocas esféricas em baixa rotação de tamanho proporcional à cavidade de cárie e o acesso cirúrgico foi realizado com pontas diamantadas esféricas de alta rotação (KG Sorensen Ind. e Com. Ltda., Barueri, S.P.), de tamanho compatível ao volume da câmara pulpar. Em dentes portadores de restauração metálica, o acesso cirúrgico foi sobrestendido às custas da restauração. Ao término do acesso cirúrgico e confirmado o diagnóstico da condição pulpar, realizou-se uma exploração dos canais radiculares da seguinte forma: mediu-se o comprimento aparente do dente na radiografia de diagnóstico com uma régua milimetrada. Subtraiu-se desta medida 3 mm, de forma a obter o comprimento de trabalho de exploração (Ctex). O calibre do instrumento de exploração foi o de uma lima tipo K (Maillefer) da série especial de número 10.

Após esta exploração foi executada a remoção do ombro dentinário e preparo da entrada do canal radicular com pontas diamantadas de alta rotação com a ponta inativa número 2082 (KG Sorensen Ind. e Com. Ltda., Barueri, S.P.), brocas de Gates-Glidden (Dentsply) nº 2 e 3 e brocas de Batt (Dentsply) nº 012, respectivamente, tomando-se o cuidado de sempre reutilizar o instrumento de exploração. A solução irrigadora utilizada foi a de hipoclorito de sódio a 1%, sempre simultâneo com aspiração na câmara pulpar. A irrigação/aspiração foi realizada com uma seringa Luer-lock com 2ml de solução irrigadora e agulha fina tipo 25-5.

Após o término da exploração, preparo do terço cervical do canal e o preparo com técnica coroa-ápice até o Ctex, a câmara pulpar e os canais radiculares foram irrigados abundantemente, sem aspiração no final da irrigação. O excesso de hipoclorito da câmara pulpar foi removido com auxílio de bolinhas de algodão estéreis para evitar que o hipoclorito de sódio fosse removido em excesso, deixando-se o interior do canal úmido.

Nesse momento, deu-se início a determinação do comprimento de trabalho através do método eletrônico, utilizando-se o localizador apical eletrônico NOVAPEX - Fórum Technologies – Israel; Patente USA nº 6,425,875 (Fig.1).



Figura 1 – Localizador apical eletrônico NOVAPEX

Através da análise da radiografia inicial, escolheu-se o instrumento cujo calibre melhor se ajustasse às paredes do canal radicular na região apical. O instrumento foi uma lima tipo K (Maillefer) de comprimento 25 ou 31mm que recebeu um cursor firmemente adaptado à sua haste. Para a realização da medida eletrônica foram executados os seguintes procedimentos: alça labial ligada a um dos pólos foi posicionada no mesmo lado do dente a ser trabalhado, porém afastado do grampo de isolamento absoluto, e o outro pólo conectado na haste metálica da lima, entre o cursor e o cabo do instrumento. Nesta etapa, estabeleceu-se uma referência regular e firme baseada no bordo oclusal/incisal do dente em questão, evitando o contato com restaurações metálicas.

O aparelho foi ligado e a penetração da lima realizada de maneira lenta e cuidadosa em direção apical, visualizando-se as alterações no visor do aparelho. No momento em que a luz verde sinalizadora de 0,5 foi visualizada (segundo o manual do fabricante seria um ponto médio entre a constrição máxima e o forame apical) e após a emissão do apito intermitente, se recuou o instrumento até o ponto em que somente a luz verde indicadora de 1 estivesse acesa. Este critério foi instituído levando-se em conta o que o manual orienta que este é o ponto em que o instrumento atinge a região apical e conforme teste piloto realizado em 37 canais *in vivo* antes de se ter iniciada a fase experimental. Neste momento, aproximou-se cuidadosamente o cursor da borda incisal/oclusal do dente e removeu-se o instrumento do canal radicular.

A medida do instrumento foi efetuada a partir do limitador de penetração (cursor) até a ponta da lima, utilizando-se uma régua metálica endodôntica milimetrada, tendo-se o cuidado de anotar todas as medidas obtidas para cada paciente nas respectivas fichas. Quando a raiz era única e apresentava dois canais, como nos segundos pré-molares superiores e nas raízes mesiais dos molares inferiores, somente o vestibular era utilizado.

Após a determinação do comprimento de trabalho através do método eletrônico e da reinsertão dos instrumentos no interior dos canais radiculares, foi realizada uma tomada radiográfica periapical, pela técnica da bisettriz, para comparar com a aferição eletrônica. Para tal, procurou-se posicionar o filme o mais paralelo possível do longo eixo do dente. Em relação à angulação horizontal, só foi utilizada dissociação para os pré-molares superiores, quando estes possuíam duas raízes. O filme radiográfico utilizado foi o Insight (Eastman kodak Company, New York) e as soluções para o processamento do filme também foram do mesmo fabricante. O aparelho utilizado foi o modelo SPECTRO 70x, com 70Kv e 8mA (Dabi Atlante, Ind. Médica Odontológica – Ribeirão Preto).

O processamento das radiografias foi realizado pelo método temperatura-tempo de acordo com as recomendações do fabricante, sempre utilizando um termômetro de imersão no líquido de revelação. Utilizou-se uma câmara escura portátil vedada hermeticamente contra a passagem de luz. A lavagem final da

radiografia foi em água corrente por 20 minutos e a secagem em secadoras de radiografias.

Em posse da radiografia processada, esta foi analisada da seguinte maneira: o controle da distorção radiográfica se deu através da observação da região apical e da observação da distância entre os mordentes vestibular e lingual do grampo de isolamento absoluto na imagem da radiografia. Quando esta estava com dificuldades de visualização ou aquela encontrava-se aumentada, a radiografia era repetida (Fig. 2). Quando a radiografia não estava satisfatória, nestes aspectos, nova tomada radiográfica era feita. Do mesmo modo, quando houve muita sobreposição de imagens com dificuldade da perfeita visualização do vértice apical radiográfico, também repetia-se a tomada radiográfica. Estando a radiografia sem as alterações acima mencionadas, estas foram arquivadas em molduras individuais identificadas, juntamente com a ficha do paciente.

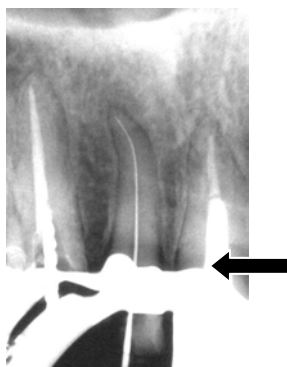


Figura 2 – Exemplo de radiografia selecionada para o estudo, com mordentes o mais paralelo possível, conforme a seta indicativa.

Depois de realizada a aferição da odontometria pelo método eletrônico e feita a radiografia periapical pela técnica da bissetriz, foram realizadas as demais etapas operatórias pertinentes a terapia endodôntica. Todas as etapas descritas nesta metodologia, com exceção da aferição eletrônica e da radiografia de confirmação desta medição, foram realizadas pelos alunos das disciplinas de Endodontia II e III da UNISC e acompanhadas pelo operador. A aferição eletrônica de todos os casos, bem como o teste piloto citado

anteriormente e a radiografia de confirmação da odontometria foram realizadas por único operador, especialista em endodontia.

#### **4.4 DIGITALIZAÇÃO DAS RADIOGRAFIAS**

Para a análise das radiografias os espécimes foram divididos em dois grupos distintos: Grupo A: canais de dentes vitais; Grupo B: canais de dentes não vitais. A seleção do caso se deu no momento em que, após a cirurgia de acesso, a condição pulpar confirmasse o diagnóstico clínico (vitalidade ou necrose pulpar).

As radiografias foram montadas em molduras de slides e digitalizadas em um scanner especial para slides, negativos e radiografias (ColorPage-HR7X Slim, Genius), em tamanho real, com a resolução de 600dpi. Na digitalização das radiografias o contraste e o brilho foram ajustados até a perfeita visualização da região periapical das raízes dos dentes. As imagens digitalizadas foram incluídas em pastas no computador identificando o grupo a que pertenciam (A ou B). Cada canal radicular foi identificado em um arquivo identificando a raiz a que pertencia. Em dentes multiradiculares, as imagens digitalizadas foram armazenadas em arquivos separados, identificados conforme à raiz a que pertenciam e inseridos no grupo correspondente. Uma vez confirmado o diagnóstico de polpa viva ou morta, para estes dentes, todos os canais foram incluídos no mesmo grupo.

Para a análise dos resultados utilizou-se o programa Adobe Photoshop versão 7.0 (Adobe System Incorporated), onde ampliamos a imagem em 200%. Para verificação da confiabilidade da configuração do programa, adotou-se o seguinte procedimento: mediu-se com um paquímetro digital (Mitutoyo) as dimensões horizontal e vertical de uma radiografia na moldura de slide. Confrontamos estas medidas com as mesmas medidas da imagem digitalizada no programa. Na observação da coincidência destas medidas foi constatada a precisão do programa. Após inciou-se a medição da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico. Posicionava-se uma das barras horizontais deste programa no vértice da raiz e outra na ponta do instrumento. Após, com a ferramenta régua, media-se a distância entre as duas barras



(Fig.3) e anotava-se a medida em uma tabela (anexo 5). Valores aquém do vértice radiográfico foram considerados negativos e além positivos. Quando a distância entre a ponta do instrumento e o vértice radiográfico não se encontrava em linha reta, media-se de maneira oblíqua (Fig. 4). Todos os procedimentos de avaliação das imagens no computador, bem como as medições, foram realizadas em ambiente escuro.



Figura 3 – barras horizontais e ferramenta de medição para aferição da ponta do instrumento ao vértice radiográfico no programa Photoshop 7.0.

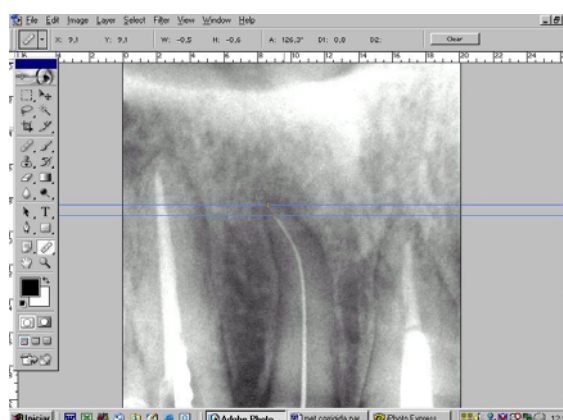


Figura 4 – Barras horizontais e ferramenta de medição para aferição da ponta do instrumento ao vértice radiográfico em oblíquo no programa Photoshop 7.0

#### 4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A confiabilidade do método eletrônico foi avaliada por comparação com a imagem radiográfica e o método foi considerado confiável quando as medidas encontradas ficaram compreendidas entre 0,5 mm e 2 mm da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico.

Os dados obtidos e não tratados foram submetidos às seguintes análises estatísticas: As medidas obtidas da ponta do instrumento ao vértice radiográfico foram analisadas e através do teste t de student houve a verificação de existência de diferença significativa entre as médias de valores nos grupos.

O número de casos com medidas compreendidas entre -0,5 e -2mm (confiáveis) foram transformadas em percentuais e submetidas ao teste qui-quadrado para observar se houve diferença entre os percentuais.

## **5 RESULTADOS**

Os dados dos 228 canais radiculares medidos no programa Photoshop 7.0 encontram-se expressos entre os anexos 6 e 14. Em 8 canais não foi

possível visualizar corretamente a ponta do instrumento ou o vértice apical radiográfico, sendo que, para fins de análise estatística, obtivemos um total de 220 casos.

Na Tabela 1 observamos os grupos dentários isoladamente, número de casos para cada um deles em sua respectiva situação clínica (vitalidade ou necrose pulpar), médias da distância da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico, desvio padrão e diferenças estatísticas entre os grupos ao grau de significância de 95%. Também possui informações relativas ao número total de casos.

Chama a atenção nesta tabela, que no grupo de incisivos inferiores obteve-se somente um caso de polpa viva, com 8 casos em polpa mortificada. No grupo de molares inferiores nota-se que houve diferença estatística entre os grupos A e B.

Tabela 1 – Medidas (mm) da distância da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico para diversos grupos dentários segundo diagnóstico pulpar

Dente	Polpa viva				Polpa morta				P	
	N	m±dp	mín	máx	N	M±dp	mín	máx		
Superior										
Incisivo	15	-1,2±0,4	-0,7	-2,2	30	-1,3±0,5	-0,3	-2,3	0,58	
Canino	7	-1,1±0,6	-0,6	-2,0	9	-0,9±0,5	0,0	-1,4	0,45	
Pré-molar	20	-1,1±0,4	-0,6	-2,2	14	-1,2±0,3	-0,8	-1,8	0,18	
Molar	19	-1,0±0,4	0,0	-1,8	31	-1,0±0,5	-0,3	-2,2	0,58	
Inferior										
Incisivo	1	-0,6± -	-0,6	-0,6	8	-0,8±0,5	0,0	-1,5	0,66	
Canino	3	-1,1±0,3	-0,9	-1,4	3	-1,4±1,4	-0,6	-3,0	0,73	
Pré-molar	7	-1,1±0,5	-0,4	-1,7	6	-0,9±0,5	0,0	-1,2	0,30	
Molar	22	-1,4±0,4	-0,8	-2,0	25	-1,1±0,4	0,0	-2,0	0,01	
Total	94	-1,1±0,4	0,0	-2,2	126	-1,1±0,5	0,0	-3,0	0,99	

n: tamanho da amostra; m±dp: média±desvio padrão; mín.: mínimo; máx.: máximo. Dados gerais: n=220; m±dp: -1.1±0,5; mín: 0,0; máx: 3,0. P: significância estatística pelo teste *t* de Student.

Na Tabela 2 observa-se a distribuição dos casos (transformadas em percentuais) em que obteve-se a distância da ponta do instrumento em relação ao vértice apical radiográfico dentro do intervalo estabelecido como confiável. Além disto, os casos fora deste intervalo, também encontram-se expressos. Em um total de 220 casos, em 203 (92,3%) os resultados foram confiáveis. Em relação aos casos de canais com polpa viva, houve a eficácia do localizador em 90 (96%) das medições eletrônicas. De outra parte em 113 canais de dentes com polpa mortificada (90%) o localizador apical NOVAPEX conseguiu estabelecer medidas entre 0,5mm e 2mm aquém do vértice apical radiográfico.

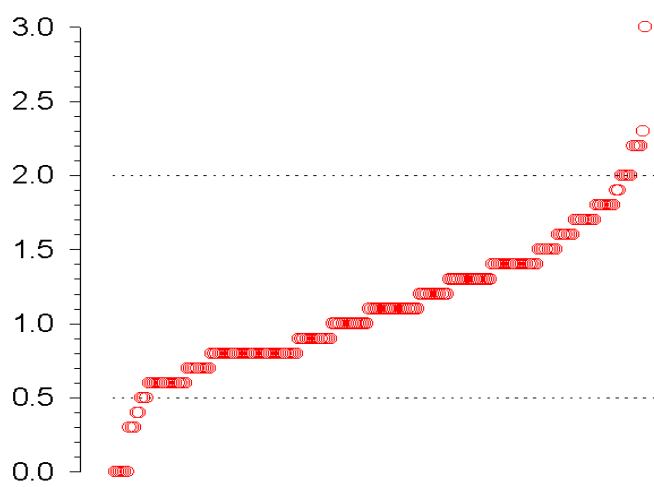
Tabela 2 – Distribuição por categorias para a distância (em mm) da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico para diversos grupos dentários segundo diagnóstico pulpar

Dente	N	Polpa viva			n	Polpa morta			P
		0 a <0,5	0,5 a 2,0	> 2,0		0 a <0,5	0,5 a 2,0	> 2,0	
Superior									
Incisivo	15		14 (93)	1 (7)	30	1 (3)	27 (90)	2 (7)	0,99
Canino	7		7 (100)		9	2 (22)	7 (78)		0,48
Pré-molar	20		19 (95)	1 (5)	14		14(100)		0,99
Molar	19	1 (5)	18 (95)		31	2 (7)	28 (90)	1 (3)	0,99
Inferior									
Incisivo	1		1 (100)		8	1 (13)	7 (87)		0,99
Canino	3		3 (100)		3		2 (67)	1 (33)	0,99
Pré-molar	7	1 (14)	6 (86)		6	1 (17)	5 (83)		0,99
Molar	22		22(100)		25	2 (8)	23 (92)		0,49
Total	94	2 (2)	90 (96)	2 (2)	126	9 (7)	113(90)	4 (3)	0,21

Os dados são apresentados como contagem (percentual). P: significância estatística pelo teste de qui-quadrado ou exato de Fisher, quando necessário.

No Gráfico 1 observamos a freqüência das medidas relativamente à margem considerada confiável neste estudo de medidas entre 0,5 e 2mm aquém do vértice apical radiográfico.

Gráfico 1 – Representações das medições da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico entre os intervalos de 0 a 3mm.



## **6 DISCUSSÃO**

Considerando que o tratamento endodôntico deve situar-se dentro do canal dentinário, o maior desafio reside em estabelecer o limite apical, pois como bem descrito na resenha da literatura, muitas são as variáveis que devem ser observadas. A odontometria, sendo a etapa onde realizamos esta mensuração, se tornou uma manobra bastante pesquisada, para que possamos estabelecer critérios objetivos e respaldados em pesquisas, para o estabelecimento deste comprimento de trabalho.

A observação de um instrumento no interior do canal radicular e sua relação com o respectivo vértice radicular, visto na imagem radiográfica, foi a primeira idéia para a realização da odontometria (BREGMAN, 1950; INGLE, 1957; PAIVA & ANTONIAZZI, 1984).

Entretanto, para alicerçar a medida de trabalho em um ponto confiável na radiografia, evitando assim o transpasse do instrumento em relação ao forame, conhecimentos da região apical são extremamente necessários. O primeiro critério a ser estabelecido é de que a constrição apical é o ponto de melhores condições biológicas para representar a referência apical do tratamento endodôntico (COOLIDGE, 1929; GROVE, 1932; RICUCCI, 1998).

Outro aspecto que deve ser levado em conta, é que esta constrição apical representa, segundo Kuttler (1955), Green (1960) e Dummer et al. (1984) o final do canal dentinário e o início do canal cementário, ou seja, o limite CDC. Em contrapartida, autores como Langeland (1996), colocam em dúvida a coincidência absoluta entre estas duas entidades, sugerindo que nem sempre o limite CDC e a área de máxima constrição se encontram no mesmo lugar.

Considerando que a radiografia nos fornece a imagem do vértice radiográfico e do forame, somente quando sua abertura está para mesial ou distal, outro conhecimento importante da anatomia apical que deve estar presente no momento da escolha por um limite de trabalho é a distância da constrição até o forame e deste em relação ao vértice apical do dente. Para o primeiro destes parâmetros, diversos estudos para o cálculo desta distância foram realizados, sendo que se observaram valores de 0,5mm, em média (KUTTLER, 1955; DUMMER et al. 1984).



No que diz respeito a distâncias do forame apical ao vértice apical o que se observa, na grande maioria dos casos, é o desvio em relação ao longo eixo do dente, fazendo com que esta abertura esteja em posição excêntrica em relação ao vértice apical em 80% dos casos (PINEDA & KUTTLER, 1972; CAVADA, 1977; MILANO et al. 1983; GUTIERREZ & AGUAYO, 1995).

Padronizar valores para estes critérios não nos aponta, necessariamente, um caminho correto, visto que a deposição cementária apical fisiológica altera, com o passar dos anos, a relação constrição apical-forame apical, bem como forame apical-vértice apical (STEIN et al., 1990). Ao mesmo tempo, diferentes grupos dentários podem oferecer medidas variadas para estas mensurações (GUTIERREZ & AGUAYO, 1995).

Procurando pesquisar uma maneira mais objetiva de determinar o comprimento de trabalho, Sunada (1962) baseado nos princípios de Suzuki (1942) desenvolveu o primeiro protótipo de localizador apical. Este modelo que deu origem aos localizadores de primeira geração, baseava-se no princípio da constância da resistência elétrica entre o ligamento periodontal e a mucosa oral, que possuía o valor de  $40\mu\text{A}$  na abertura foraminal e  $37\mu\text{m}$  quando o instrumento atingia 0,5 a 1mm aquém do ápice radicular. Estes dispositivos operavam com corrente contínua e tinham como pré-requisitos a remoção do tecido pulpar e da umidade do interior do canal radicular antes da mensuração eletrônica. Além disto, como eram regidos pelo princípio estritamente biológico, necessitavam da presença do periodonto para o correto funcionamento, o que tornava inviável o uso destes dispositivos em casos onde havia reabsorção da cortical do osso alveolar. Como principais representantes desta geração, podemos citar o EXACT-A-PEX (Ellman Dent. U.S.A.), ENDOMETER (Heck Ind. De Produtos Odontológicos Ltda. – Brasil), NEOSONO D e NEOSONO M (Amadent, U.S.A.), FORAMATRON (Parkel Products Inc. U.S.A.). Devido a estes fatores de dificuldades na operação dos localizadores de primeira geração, os índices de confiabilidade eram baixos quando comparados com os aparelhos de última geração que baseiam-se no mecanismo de impedância frequência-dependente (O'NEIL, 1974; MORAES et al., 1988; CZERW et al., 1994).

Com o intuito de diminuir a influência do conteúdo presente no interior do canal radicular, surgiu a segunda geração de localizadores apicais, baseado no princípio físico da impedância. Apesar desta vantagem, estes aparelhos empregavam uma corrente elétrica maior, podendo gerar desconforto para o paciente. Além disso, havia a necessidade de um isolamento especial da lima e um preparo prévio do conduto, o que exigia um aprendizado mais complexo. Da mesma forma que os aparelhos de primeira geração, apresentavam índices de confiabilidade baixos (KELLER et al., 1991; PALLARÉS & FAUS, 1994). O principal representante deste grupo de localizadores foi o ENDOCATER (Higienic Co. U.S.A.).

A terceira geração de localizadores apicais é representada pelos aparelhos denominados tipo impedância frequência-dependente, que trabalham exclusivamente com princípios físicos e não mais com os princípios biológicos de Sunada (1962). O mecanismo de funcionamento destes sistemas trabalha com a diferença de impedância da dentina no interior do conduto calculada por dois ou mais sinais de frequências. Desta forma, conseguem operar, independente do tipo de líquido presente no interior do canal radicular. São considerados os localizadores mais modernos e estão representados comercialmente, por exemplo, pelo APIT e ENDEX (Osada Electric Co. Japão), ROOT ZX (J. Morita Corporation Japão), BINGO 1020 e NOVAPEX (Fórum Technologies – Israel). Devido ao fato destes localizadores operarem sem a necessidade de preparo prévio do conduto, na presença de qualquer tipo de umidade e com todos os tipos de instrumentos, são considerados os mais precisos e os mais fáceis de operar de todas as gerações de localizadores (KOBAYASHI & SUDA, 1994; WEIGER et al., 1999; TINAZ et al., 2002; RENNER et al., 2003).

Outra orientação que faz parte de vários estudos é no sentido do conhecimento do mecanismo de funcionamento destes aparelhos para sabermos em quais situações clínicas eles são confiáveis e onde há restrições ao uso (ARORA & GULABIVALA, 1995; DUNLAP et al., 1998; MARTINEZ-LOZANO et al., 2001; NASS & FERREIRA, 2002; KAUFMAN et al., 2002). Outras manobras de odontometria como o método sinestésico, verificação de

sangue e fluídos na ponta da lima ou de cones de papel e tomadas radiográficas devem ser considerados no momento da escolha pelo limite apical de trabalho e estarem associadas ao método eletrônico (LANGELAND, 1996; GORDON & CHANDLER (2004).

## **6.1 JUSTIFICATIVA DA ESCOLHA DO MODELO EXPERIMENTAL *IN VIVO* E A UTILIZAÇÃO DO PARÂMETRO RADIOGRÁFICO**

Como já foi mencionado na revisão de literatura existem diversos modelos experimentais para o estudo da confiabilidade dos localizadores apicais eletrônicos.

Em relação aos estudos *in vitro*, onde os dentes e o conector labial são imersos em alginato, soluções de agar ou meio eletrocondutivo (hipoclorito, por exemplo), diversos autores contribuíram para a análise da confiabilidade destes localizadores apicais: Czerw et al. (1994), Ibarrola et al (1999), Tinaz et al (2002), Meares et al. (2002), Goldberg et al. (2002), THOMAS et al. (2003), Lucena-Martin et al. (2004). Nestes estudos, o parâmetro de avaliação mais utilizado é o forame apical, por ser mais facilmente visualizável. Este tipo de modelo experimental tem seus méritos pela facilidade de aplicação e todos os localizadores apicais deveriam passar pela avaliação *in vitro* como uma das fases de estudo. Entretanto, tem a limitação de não possuir o periodonto ao redor do dente, oferecendo limitações quanto a tirar conclusões que possam ser extrapoladas para a utilização em humanos. Além disto, a maioria destes experimentos leva em consideração a abertura foraminal. Conclusões sobre a confiabilidade destes aparelhos são restritas à precisão dos mesmo em detectar esta região e não o limite CDC. Só se torna válido concluir que um determinado localizador é confiável em detectar a constrição apical quando for este o critério estudado.

Relativamente ao modelo experimental *in vivo* com a exodontia dos dentes, diversos estudos valeram-se desta forma de avaliação: Mayeda et al. (1993), Teixeira et al. (1995), Shabahang et el. (1996), Pagavino et al. (1998), Grimberg et al. (2002), Kaufman et al. (2002), WelkK et al. (2003), Hoer & Attin

(2004) entre outros. A quantidade de trabalhos relatados na literatura utilizando esta metodologia, justifica-se por ser o método mais preciso que dispomos para avaliar a confiabilidade dos localizadores apicais eletrônicos. A associação de uma medição eletrônica *in vivo* e a avaliação direta da posição do instrumento em relação à constrição apical ou à abertura foraminal *in vitro*, após a exodontia, é a escolha de uma grande parte de pesquisadores. É indiscutível que esta forma de observação apresenta grandes vantagens, porém apresenta como grande desvantagem a dificuldade na aprovação em comitês de ética em pesquisa, visto que um dente com alteração periodontal, por exemplo, que poderia ser extraído com grande rapidez, teria que passar por procedimentos desnecessários e demorados, como o acesso, a odontometria e a cimentação da lima, até o momento da exodontia. A análise comparativa do método eletrônico com o método radiográfico, na obtenção da medida de trabalho, torna a avaliação mais próxima das condições clínicas, já que a radiografia é o principal instrumento que o profissional possui para atingir esse objetivo. Da mesma forma que os estudos *in vitro* somente podemos concluir que um localizador é confiável na detecção da constrição apical quando for este o critério avaliado. Estudos onde o parâmetro de avaliação é a saída foraminal não podem ser usados para afirmar que o aparelho testado é confiável na detecção do limite CDC.

A escolha da metodologia *in vivo* utilizando a radiografia como parâmetro de avaliação da medição eletrônica para este estudo foi baseada em outros trabalhos como Kaufman et al. (1989), Neto et al. (1995), Fouad & Reid (2000), Saad et al. (2000), Berger et al. (2001), Brunton et al. (2002), Renner et al. (2003), Versiani et al. (2004). Com a utilização desta forma de trabalho, conseguiu-se um número considerável de casos de vários grupos dentários, devido ao fato de o trabalho ter sido realizado em uma escola (UNISC) com um grande número de pacientes em tratamento. Na disciplina de Endodontia II o aluno trabalha com dentes anteriores, enquanto na disciplina de Endodontia III os casos selecionados são de pré-molares e molares, fazendo com que estivessem presentes na amostra dentes posteriores que são pouco estudados quanto à utilização de localizadores apicais eletrônicos. A medição eletrônica prévia à confirmação radiográfica, fez com que se restringisse a quantidade de radiografias, nos casos selecionados para o estudo, a uma tomada

radiográfica, o que favoreceu a aprovação do projeto pelo comitê de ética da Universidade onde foi realizado o experimento (UNISC) e também da Universidade onde o operador realizou o curso de mestrado (ULBRA).

Reconhecemos a limitação da radiografia em apresentar uma imagem bidimensional de uma estrutura tridimensional e, além disto, que ela está sujeita a distorções no que diz respeito a medidas reais do dente (MACHADO & PESCE, 1981; AUN & GAVINI, 1988; BRITTO JR. et al., 1989 ;MARTINEZ-LOZANO et al., 2001; EIAYOUTI et al., 2001; NASS & FERREIRA, 2002). Neste tipo de estudo acreditamos que as conclusões devem ser restritas a capacidade de localizadores apicais apresentarem resultados aceitáveis radiograficamente, não podendo afirmar que são bons detectores de constrição apical.

Outro fator que nos fez optar por este modelo experimental foi a sua aproximação com a realidade clínica. Para o teste clínico de um localizador apical eletrônico, onde esteja envolvido um dente que será submetido a toda a terapia endodôntica, *in vivo*, não nos parece haver outra alternativa de avaliação que não seja a radiografia periapical usada como parâmetro de comparação.

## **6.2 QUANTO À METODOLOGIA EMPREGADA**

Previamente a seleção dos casos para a inclusão no estudo, considerou-se de extrema importância o correto diagnóstico das condições pulpares e periapicais dos dentes examinados. Recursos semiotécnicos de uso cotidiano do cirurgião-dentista foram utilizados para a classificação da patologia envolvida.

Através do estudo dos localizadores apicais observou-se o princípio de funcionamento dos mesmos e também as restrições ao seu uso, como descrito na metodologia. Baseado nestes conceitos foram estabelecidos critérios para a inclusão nos grupos experimentais. Mesmo nos localizadores de primeira geração, baseados nos conceitos de Sunada (1962), existia a necessidade de

existir um caminho livre pelo canal radicular até a região apical, bem como a integridade desta área. Conforme Ramos & Bernardinelli (1994) existe uma tendência de os aparelhos eletrônicos oferecerem medidas errôneas, normalmente mais curtas que o normal, em casos onde não existe a constrição apical, como por exemplo em dentes com rizogênese incompleta. De outra parte, em situações de calcificações parciais ou totais do sistema de canais radiculares, existe a impossibilidade de alcançar a região apical, o que contraindica o uso dos referidos aparelhos. Baseado nestes princípios gerais do uso de localizadores, estabeleceram-se os critérios clínicos de inclusão e de exclusão para a amostra. Como a literatura consultada é escassa em relação a utilização destes dispositivos eletrônicos em tratamentos endodônticos, optou-se pela não inclusão destes casos na amostra, para não gerar um viés. Acreditamos que o estudo de localizadores em tratamentos devem configurar um grupo especificamente para estes casos, o que foi inviável neste estudo devido a não seleção de tratamentos para os alunos das clínicas de Endodontia II e III da UNISC.

Devido ao parâmetro de avaliação ser a radiografia periapical e baseado nos princípios de Fitzgerald (1947) para classificar uma boa radiografia, optou-se por incluir na amostra somente dentes onde, na radiografia inicial, observou-se boa definição das estruturas periapicais e ausência de sobreposição de imagens. Mesmo levando-se em conta as ponderações feitas por Pratten & McDonald (1996), molares superiores onde havia a perfeita visualização do vértice apical radiográfico foram incluídos na amostra.

Segundo Weine (1982) em casos de necrose pulpar existe a possibilidade de haver reabsorção apical, o que pode comprometer a integridade da constrição apical e do forame, mesmo que esta alteração não seja visível radiograficamente. Além disto, Ramos & Bernardinelli (1994) e Goldberg et al. (2002) alertam para a diferença do funcionamento dos localizadores nestes casos, tendendo a oferecerem medidas mais curtas. Desta forma considerou-se prudente a separação dos grupos experimentais em canais com polpa vital e canais com polpa mortificada, conforme Mayeda et al. (1993), Teixeira et al. (1995), Arora & Gulabilava (1995), Lauper et al. (1996), Dunlap et al. (1998), Pommer et al. (2002), Renner et al. (2003).

A exploração prévia do canal radicular, anteriormente à aferição eletrônica, permite um caminho mais fácil do instrumento ao limite CDC. Concordamos com Rivera & Seraji (1993) e Pallarés & Faus (1994) que explorar, recapitular os instrumentos e manter a patência do canal radicular é necessário para obter leituras eletrônicas confiáveis.

A literatura tem descrito com freqüência que o preparo prévio do terço cervical facilita o acesso dos instrumentos ao terço apical (STABHOLZ & TORABINEJAD, 1995; SOUZA & REISS, 2002; VIER, 2004). A remoção destas interferências faz com que os instrumentos, uma vez tendo acesso facilitado à área de constrição apical, favoreçam a detecção da mesma com a utilização de localizadores apicais (RIVERA & SERAJI, 1993; PALLARÉS & FAUS, 1994; IBARROLA, 1999; TINAZ et al., 2002). Justifica-se desta forma, o preparo prévio desta área em todos os dentes da amostra, facilitando também a irrigação-aspiração e minimizando a chance da permanência de raspas de dentina no interior do canal radicular, que poderiam gerar interferências para a passagem do instrumento endodôntico.

O efeito de diferentes substâncias irrigadoras sobre a capacidade de medição dos localizadores apicais tem sido motivo de estudo para diversos autores. Estes estudos comprovaram que a nova geração de aparelhos é efetiva independentemente da eletrocondutividade da solução irrigadora (ARORA & GULABIVALA, 1995; TEIXEIRA et al., 1995, PILOT & PITTS, 1997; WEIGER et al., 1999; JENKINS et al., 2001). Previamente à aferição pelo método eletrônico, tomou-se o cuidado de manter o interior do canal radicular úmido com hipoclorito de sódio a 1%, porém a câmara pulpar seca. A escolha por esta substância irrigadora, com esta concentração, provém dos estudos de Meares et al. (2002) além de ser a solução de uso na disciplina de Endodontia da UNISC. Cuidados no que diz respeito a manutenção da câmara pulpar seca seguem as orientações de trabalhos como o de Pilot & Pitts (1997). Segundo estes autores, quando esta está livre do meio eletrocondutivo se evita possíveis conduções elétricas entre o dente e a lima, ou entre o dente e a gengiva.

A escolha pelo localizador apical eletrônico NOVAPEX deu-se por ser um dispositivo de última geração do tipo impedância frequência-dependente e também por apresentar poucos trabalhos na literatura pertinente. O referido aparelho eletrônico é produzido pela mesma empresa responsável pela fabricação do localizador BINGO 1020, e segundo informações do fabricante, possuem o mesmo mecanismo de funcionamento. Além disto, este dispositivo caracteriza-se pelo baixo custo em relação ao BINGO 1020, visto que, ao invés de apresentar um visor de cristal líquido, como este, o NOVAPEX apresenta somente *leds* indicadores da posição do instrumento no interior do canal.

Relativamente ao mecanismo de funcionamento dos localizadores apicais entende-se que o dente funciona como um capacitor com acúmulo de cargas elétricas no periodonto e no interior do canal radicular. A dentina funciona como um isolante, possuindo uma propagação de corrente elétrica diferente em toda a extensão do canal radicular denominada de impedância. Os localizadores do tipo impedância frequência-dependente realizam o cálculo, através de dois sinais de frequência diferentes, dos diferentes valores de impedância no interior do canal radicular. Quanto maior a constrição, que se encontra próximo ao limite CDC, mais difícil a condução de eletricidade, conseqüentemente maior a impedância. Segundo estudos de Pilot & Pitts (1997), o ponto de maior impedância ocorreu numa região situada a 0,25mm da abertura foraminal. Segundo Welk et al. (2003), quando a ponta da lima está longe do menor diâmetro, a impedância é insignificante, mas quando a mesma atinge as proximidades da área de máxima constrição a magnitude da impedância aumenta rapidamente. Da mesma forma, quando o instrumento entra em contato com o ligamento periodontal (ultrapassou a constrição máxima) a impedância decresce novamente e o aparelho indica que a lima está justaposta ao forame apical.

Conforme Kaufman et al. (2002) o BINGO 1020 é considerado um localizador de quarta geração e assim como os de terceira geração, como o ROOT ZX, utiliza dois sinais de frequência: um de 400 Khz e outro de 8 khz. A diferença entre os dois é que o primeiro usa uma frequência de cada vez. Desta forma, não existe a necessidade de filtros que separam as diferentes frequências de um sinal complexo. Ainda, segundo os autores, esta característica previne ruídos dos filtros e aumenta a confiabilidade do aparelho.



Conforme o manual do fabricante do aparelho NOVAPEX as luzes indicadoras no visor do aparelho tem o seguinte significado: a luz verde indicativa de 1 significa a aproximação do instrumento ao ápice da raiz; a luz verde indicativa de 0,5 é um ponto entre a área de máxima constrição e a abertura foraminal e a luz vermelha de 0,0 é a abertura foraminal. Ainda existe uma luz vermelha com o formato de uma bolha de sangue que indica o transpasse do instrumento para o periodonto. Para a confirmação das informações do manual, foi realizado um teste piloto em 37 dentes monoradiculares (RENNER et al., 2003) onde verificou-se que o melhor funcionamento do aparelho se dava com a penetração da lima até a luz indicativa de 0,5 e após o recuo até o ponto em que somente a luz de 1 estivesse acesa.

A escolha de um instrumento que se ajustasse à região apical foi um fator importante respaldado por Mayeda et al.(1993) e Neto et al. (1995). Conforme estes autores, a utilização de um instrumento justo no terço apical permite que ocorra o contato com a parede do canal radicular favorecendo a leitura da impedância. Como a amostra deste estudo foi composta por canais de todos os grupos dentários, a opção pelo instrumento corretamente adaptado à região apical foi muito variável, dependendo do diâmetro do canal radicular. Instrumentos de comprimento de 25mm ou de 31mm foram escolhidos, de acordo com o comprimento do dente em questão, para termos espaço para a colocação do conector do aparelho na lima.

Relativamente à referência oclusal/incisal, procurou-se o estabelecimento de áreas confiáveis, preferencialmente em estrutura dentária. Ainda de acordo com Neto et al. (1995), observamos que a leitura em dentes portadores de restaurações metálicas pode ser efetuada desde que se evite o contato da lima ou da substância eletrolítica com o metal. Deste modo, em dentes que possuíam restaurações metálicas, promoveu-se a sobreextensão das mesmas.

Para a medição eletrônica de dentes onde havia somente uma raiz e dois canais com a união destes em um mesmo forame apical, foi utilizado somente o canal vestibular. Esta manobra vem ao encontro aos estudos de Eiayouti et

al. (2001) e visou evitar a sobreposição de instrumentos que poderiam vir a dificultar a interpretação radiográfica.

Para avaliar a qualidade da aferição eletrônica uma radiografia foi realizada através da técnica da bissetriz. Todos os cuidados foram tomados para que o mínimo de distorção fosse obtido, procurando o posicionamento do filme o mais paralelo possível do dente e a incidência do raio o mais perpendicular possível à bissetriz formada entre dente e filme. A escolha pela técnica da bissetriz deu-se por ser a filosofia da escola onde se realizou o experimental e também por ser a manobra mais usual na técnica endodôntica. A utilização de posicionador conforme Menim et al. (1993) apesar de oferecer uma radiografia mais confiável não representaria a realidade do cirurgião-dentista na radiografia de odontometria.

O processamento das radiografias feito pela técnica temperatura-tempo foi instituído por se conseguir uma maior padronização das radiografias seguindo as determinações do fabricante do filme radiográfico bem como tomando-se o cuidado de utilizar os líquidos de processamento da mesma marca comercial.

Para minimizar a distorção radiográfica, procurou-se, ao analisar a radiografia de odontometria, observar alguns aspectos como a distância entre a imagem dos mordentes dos grampos na radiografia. Quando estes se encontravam paralelos ou muito próximos constatou-se que o feixe central do RX incidiu de forma paralela aos mesmos, o que representa uma radiografia fiel, sob este aspecto. Além deste critério, também foi levado em conta a visualização perfeita da região periapical e também da imagem do instrumento no interior do canal.

Quando se realiza trabalhos experimentais utilizando a radiografia como o parâmetro principal de avaliação, existem diferentes formas de se estabelecer a medida da ponta do instrumento ao vértice apical radiográfico. Alguns autores utilizam a régua endodôntica (BERGER et al, 2001; VERSIANI et al., 2004) outros o paquímetro digital (NASS & FERREIRA, 2002; RENNERT et al., 2003). Acredita-se que esta forma de estabelecer a medida, mesmo valendo-

se de lupa e negatoscópio, não fornece confiabilidade na visualização do vértice radiográfico e da imagem da ponta da lima. Para a melhor visualização destes dois aspectos a digitalização da imagem, com a possibilidade de ampliação da mesma, foi o procedimento de escolha neste estudo. Mesmo assim, em 8 canais radiculares não houve a visualização de algum destes aspectos, o que fez que estes casos fossem excluídos da amostra.

Além disto, realizou-se a observação da imagem no computador e utilização de um programa que oferece a possibilidade de obter uma medida mais confiável. Concorda-se com Lee et al. (2002) em relação à utilização do Photoshop, que é um programa para manipulação de imagem, é facilmente adquirido no mercado e facilitou a análise dos resultados obtidos.

A escolha pela digitalização da imagem através do uso do scanner, foi devido ao fato de termos certeza de que a radiografia teria, no computador, o seu tamanho real. Além disto, a imagem pôde ser ampliada e manipulada em relação à brilho e contraste facilitando assim a visualização da área estudada.

No que diz respeito aos valores estipulados como confiáveis de 0,5 a 2mm aquém do vértice radiográfico, foram levadas em consideração todas as informações obtidas sobre pesquisas que estudaram o limite apical de trabalho. Fatores como a distância do forame ao vértice apical, idade do paciente, relação do forame à constrição apical foram levados em consideração baseado nos estudos de Kuttler (1955), Dummer et al. (1984), Stein et al. (1990).

Segundo Ingle (1957), a presença de um halo de 0,5mm de dente ao redor do instrumento nos garante estarmos no interior do canal radicular. Por outro lado, conforme estudos de Cavada (1977) e Machado & Pesce (1981), trabalhar no limite radiográfico faz com que, na maioria das vezes estejamos sobreinstrumentando devido à excentricidade do forame apical. Nesta ordem de idéias, acreditamos que uma margem de 0,5mm do vértice radiográfico seja uma medida confiável.

Devido a esta mesma excentricidade, conforme afirmações de Pineda & Kuttler (1972), Paiva & Antoniazzi (1984), Gutierrez & Aguayo (1995) é possível

que estejamos com o instrumento endodôntico no final do canal dentinário, mas que a radiografia revele distâncias do instrumento ao vértice apical radiográfico de até 3mm. Desta forma, e também ao fato de termos a impossibilidade de visualização destes aspectos na imagem radiográfica, acreditamos que estabelecermos comprimentos de trabalho de instrumentação de até 2mm nos oferece segurança, sob o aspecto radiográfico.

### **6.3 QUANTO AOS RESULTADOS OBTIDOS**

#### **6.3.1 Em relação à anatomia apical**

No que diz respeito ao limite apical de trabalho, muitas são as evidências de que o instrumento deve permanecer dentro do canal dentinário, mais especificamente no limite CDC (GREEN, 1956; KUTTLER, 1955; DUMMER et al., 1984; RICUCCI & LANGELAND, 1998). Todavia este limite pode estar situado em locais variados em relação ao vértice radiográfico e também em relação ao forame apical (MILANO et al., 1983; GUTIERREZ & AGUAYO, 1995).

Informações provenientes dos estudos de Dummer et al. (1984) e Paiva & Antoniazzi (1984), sugerem limites apicais de trabalho que podem variar entre a presença de um halo de dente ao redor do instrumento até 3mm do vértice radiográfico.

Levando em conta as considerações destes autores, os resultados deste estudo apontam na direção de que 92,3% do total de canais radiculares, medidos eletronicamente, encontraram-se entre 0,5 e 2mm do vértice radiográfico, sendo o percentual para polpa viva de 96% e para polpa morta 90%. Este limite, mesmo sendo baseado numa imagem bidimensional sem se poder afirmar de que ali se encontra exatamente o limite CDC, é uma medida amplamente aceita pela literatura e usada mundialmente como parâmetro para a determinação do comprimento de trabalho pelo método estritamente radiográfico. Preparando e obturando o canal radicular nestes comprimentos, impedimos a presença de espaços vazios no interior dos mesmos, evitando a

proliferação microbiana e percolação de fluídos teciduais do periodonto para o interior do canal (COOLIDGE, 1929; GROVE, 1932). Além disto, em casos de polpa viva, mantém a integridade do coto-pulpopperiodontal na área remanescente, favorecendo a cicatrização e possibilitando o vedamento biológico no vértice dentário (MACHADO & PESCE, 1981; RICUCCI & LANGELAND, 1998).

Relativamente à excentricidade foraminal citada anteriormente, temos como fato de que distâncias do forame ao vértice apical podem ter influências anatômicas (KUTTLER, 1955; GUTIERREZ & AGUAYO, 1995), patológicas (WEINE, 1982) e da idade (STEIN et al., 1990). Esta excentricidade também foi comprovada radiograficamente por Pineda & Kuttler (1972) e Cavada (1977) e corroboram com as medidas obtidas em nosso estudo, que tiveram uma variação, para todos os grupos dentários, de 0 a 3mm, o que nos dá uma boa margem de segurança a estas variáveis incontroláveis sob o aspecto radiográfico.

Além disto, a média que obtivemos de -1,1mm se aproxima dos resultados obtidos por Dummer et al. (1984) que encontrou 0,89mm para distância da constrição apical ao vértice apical. Devemos levar em consideração que em nossa avaliação tivemos representantes de todos os grupos dentários, enquanto no estudo dos referidos autores a amostra não continha dentes molares.

Radiograficamente não se observou o transpasse do instrumento em nenhum caso, porém se levamos em conta a excentricidade foraminal que pode estar para vestibular ou lingual/palatino concordamos com Machado & Pesce (1981) que em 6 casos onde a lima estava no vértice radiográfico pode ter havido o sobrepasse. Em outros resultados de nosso estudo não podemos afirmar se houve sobreinstrumentação segundo a imagem radiográfica. Porém, não podemos deixar de registrar o estudo de Eiyayuti et al. (2001) que mostrou índices variados de transpasse em todos os grupos dentários com limites apicais de 0 a 2mm. Com este raciocínio, discordamos de Schilder (1987) que preconiza o preparo e obturação no vértice apical radiográfico o que implica no retardo do reparo pela ação do material obturador nos tecidos periapicais,

segundo estudos de Blayney (1927), Seltezer et al. (1969) e Ricucci & Langeland (1998).

Levando todos estes fatores em consideração e concordando com Langelad (1996), acreditamos que não existe como padronizar o limite apical de trabalho alicerçando-o somente a uma medida na imagem radiográfica. O conhecimento de fatores que podem alterar esta medida e também uma associação de técnicas, como a utilização de localizadores apicais eletrônicos é que podem nos fornecer uma orientação mais segura no momento da determinação do comprimento de trabalho, porém a “precisão” será sempre discutível com vistas aos fatores anteriormente discutidos, mas constituindo-se em uma alternativa segura e confiável quando de sua correta utilização.

### **6.3.2 Quanto aos estudos *in vitro***

Os primeiros localizadores apicais eletrônicos que eram regidos basicamente pelo princípio biológico, tinham uma tendência de apresentarem melhores resultados quando avaliados *in vitro* (CZERW et al., 1994) do que quando estudados *in vivo* (TEIXEIRA et al., 1995). Como eram dispositivos que operavam com dificuldade na presença de umidade, no modelo de laboratório o controle deste aspecto se tornava facilitado. Esta afirmativa serve para todas as gerações de aparelhos eletrônicos testados, onde os resultados *in vitro* tendem a ser melhores do que os *in vivo*. Aspectos como facilidade na operação dos aparelhos, controle de situações que poderiam interferir no funcionamento dos mesmos (periodonto, saliva), métodos de avaliação da lima em relação à constrição ou ao forame apical são alguns dos fatores que justificam esta tendência.

Utilizando metodologia *in vitro*, Lucena-Martin et al. (2004) obtiveram resultados semelhantes aos nossos, com índices próximos a 90% na confiabilidade de três marcas diferentes de localizadores. Cabe ressaltar que além de ser uma metodologia laboratorial, os referidos autores avaliaram a habilidade dos aparelhos na detecção da saída foraminal, enquanto nossa metodologia buscava, no visor do localizador, a constrição apical. Neste

particular, discordamos dos estudos de Weiger et al. (1999) que preconizam as leituras de *apex* no visor dos localizadores ROOT ZX e APIT para a correta detecção da constrição apical. Esta leitura, que corresponderia no NOVAPEX ao número 0,0, corresponde à saída foraminal e não à constrição apical.

No que diz respeito à confiabilidade dos localizadores em casos de reabsorção apical, alguns estudos alertam no sentido de uma tendência dos aparelhos oferecerem medidas imprecisas, normalmente mais curtas (RAMOS & BERNARDINELI, 1994; GOLDBERG et al., 2002). Com a presença de dentes com necrose pulpar em nossa amostra e a possibilidade de haver reabsorções nestas situações, mesmo que não sejam observáveis radiograficamente, não observou-se diferença nas medidas e nem nos índices de confiabilidade do NOVAPEX em situações de polpa morta.

A incorporação de radiografias no modelo experimental *in vitro* o torna mais próximo da situação clínica de odontometria. Neste particular, Martinez-Lozano et al. (2001) obtiveram resultados de 67,8% na confiabilidade do APIT na detecção da saída foraminal quando comparado ao CRD. À despeito do NOVAPEX também ser da mesma geração do APIT, nossos valores percentuais foram mais altos, mesmo considerando que o parâmetro de avaliação foi diferente.

### **6.3.3 Quanto aos estudos *in vivo* envolvendo a exodontia dos dentes**

O efeito comparativo deste estudo com modelos experimentais *in vivo*, envolvendo a exodontia do dente, é mais coerente quanto a forma de avaliação. Um dos primeiros estudos desta natureza foi realizado por O'Neil (1974) que obteve percentuais de acerto menores que os nossos, porém avaliando um localizador de primeira geração e utilizando a abertura foraminal como ponto de referência.

A seu turno, Gavini et al. (1990) buscou uma alternativa para pesquisar a confiabilidade de um localizador apical em casos de necrose pulpar. Os índices encontrados em seu estudo são de 87,5%, comparados ao de nosso estudo que, para os canais nesta situação clínica, foram de 90%. Os referidos autores

levaram em consideração um ponto situado a 1mm aquém da saída foraminal, simulando uma situação da posição da constrição apical. Consideramos que esta metodologia possui suas limitações, pois é impossível padronizar a distância da saída foraminal à constrição apical.

Concordamos com Mayeda et al. (1993) que, em seu estudo, não encontrou diferença no funcionamento do ENDEX para casos de polpa viva e polpa mortificada, apesar que, neste estudo, a amostra foi menor que neste e não apresentava dentes posteriores. Além disto, resultados de até 0,5mm além do forame apical foram considerados, em seu trabalho, como resultados confiáveis, o que em nosso trabalho não configurou como acerto. Relativamente às afirmações destes mesmos autores no que diz respeito ao calibre da lima para realizar a aferição eletrônica, discordamos de que esta não possua influência. Constatou-se clinicamente a necessidade de que o instrumento utilizado na aferição eletrônica ficasse justaposto à região apical concordando com trabalhos de Neto et al. (1995).

Também utilizando grupos distintos de polpa vital e mortificada, Teixeira et al. (1995) e Lauper et al. (1996) obtiveram altos índices percentuais de acerto utilizando a saída foraminal como ponto de referência. Não acreditamos que esta seja a melhor forma de avaliação, pois o melhor limite apical de trabalho é o limite CDC (KUTTLER, 1955; DUMMER et al., 1984). Além do mais, valores de até 1mm além da saída foraminal foram considerados confiáveis. Este fato não condiz com a prática clínica, onde a observação do instrumento a 1mm além desta abertura significa, necessariamente sobrepasso do instrumento e a necessidade do ajuste da odontometria. Outro fator que chama a atenção no segundo estudo citado é o baixo número da amostra. Como o nosso estudo não envolveu a exodontia do dente, obteve-se uma amostra grande quando comparado aos estudos que envolvem a exodontia dos mesmos, visto que na odontologia atual está cada vez mais difícil indicar a remoção de um dente. Neste particular, quando a exodontia de um dente está indicada, na escola onde se realizou o estudo (UNISC), é porque não existe a condição de realizar mais nenhum procedimento, o que contra-indicaria a escolha desta forma de pesquisa para nosso estudo.



Para estabelecer que medidas que se encontravam aquém do vértice apical radiográfico receberem o sinal negativo e além positivo, buscou-se respaldo em estudos como o de Vajrabhaya & Tepmongkol (1997). Discordamos, porém, de seus resultados que foram de 100% de confiabilidade, mas utilizando até 3mm do vértice apical, enquanto em nosso estudo a tolerância foi de 2mm.

Mesmo tendo a impossibilidade de observar a excentricidade da saída foraminal na metodologia empregada em nossa pesquisa, não podemos deixar de citar o estudo de Pagavino et al. (1998) que preconiza o recuo de 1mm para situações onde não exista a coincidência da saída foraminal e do vértice apical. Estas afirmações foram baseadas nos resultados observados com a exodontia do dente, pois radiograficamente não se consegue observar esta excentricidade, principalmente quando se encontra para vestibular ou lingual/palatino.

Na maioria dos estudos onde houve a remoção do dente para visualização direta da posição da ponta do instrumento em relação ao forame apical, afirmações de que a ponta do instrumento estava fora do canal, quando radiograficamente esta se observava dentro, foram feitas (ARORA & GULABIVALA, 1995). Acreditamos que esta situação se deve pelo fato da referência avaliada ser justamente a abertura foraminal que é excêntrica na maioria das vezes. Considerando que o critério de observação foi a detecção da constrição apical, dada pelo visor do aparelho, o sobrepasse do instrumento não houve na maioria dos casos. Acreditamos também que apesar da facilidade da observação do instrumento em relação a abertura foraminal, esta não deve ser a escolha em modelos experimentais *in vivo*, devido a possibilidade de sobreinstrumentação e, conseqüentemente, reação inflamatória do paciente, visto que todos os estudos denotam vários valores além desta referência. Discordamos, portanto, da posição de Lee et al. (2002) que preconiza a saída foraminal para a avaliação de localizadores justificando que nem sempre há a coincidência da constrição apical e do limite CDC, o que é um ponto colocado em discussão e conflitante.

Todos os percentuais supracitados, inclusive o de nosso estudo, foram obtidos instituindo-se uma margem de segurança para mais ou para menos em relação a detecção exata da área a ser estudada (saída foraminal ou constrição apical). Quando se leva em consideração a detecção exata destas áreas os percentuais se tornam menores. É o que mostra o trabalho de Teixeira et al. (1995) que obteve percentuais de 27,7% e 38,8% na habilidade de dois localizadores em detectar com exatidão a abertura foraminal.

Acrescentando o parâmetro radiográfico a esta metodologia de extrair os dentes após a medição eletrônica, tem-se uma metodologia mais próxima da prática clínica, principalmente quando as tomadas radiográficas são realizadas antes da exodontia. Quando esta comparação começou a ser estabelecida utilizando os localizadores de primeira e segunda geração, o método radiográfico era mais eficaz, devido a pouca tecnologia dos localizadores na época (MORAES et al., 1988; BRITTO JR. et al., 1989; FOUAD et al., 1990; KELLER et al., 1991; MENIM et al., 1993).

Com a evolução dos localizadores apicais eletrônicos, principalmente com o surgimento da terceira geração, começou a haver um equilíbrio entre a confiabilidade do método eletrônico e do radiográfico (NASS & FERREIRA, 2002) e em alguns estudos melhores resultados dos localizadores do que o método radiográfico (PRATTEN & MCDONALD, 1996; KAUFMAN et al., 2002).

Tendo como objetivo a localização da constrição apical, Dunlap et al. (1998) obtiveram resultados inferiores aos nossos, usando o ROOT ZX, no que diz respeito a análise radiográfica: em 74% das medições e valores de -2,13mm a -0,11mm a ponta do instrumento estava aquém do vértice radiográfico. Quando a localização exata da lima em relação á constrição apical foi visualizada o índice de acerto subiu para 94,1%. Em relação ao nosso estudo, em 92,3% dos casos conseguiu-se a imagem radiográfica do instrumento entre -2mm a -0,5mm do vértice radiográfico.

Ainda em relação à imagem radiográfica das limas no interior do canal radicular, resultados mais próximos aos nossos foram conseguidos por Welk et al. (2003) com percentual de 81,3%. Em contrapartida, Hoer & Attin (2004) obtiveram resultados de 63% com o localizador ENDY 5000.

#### **6.3.4 Quando aos estudos *in vivo* utilizando o parâmetro radiográfico**

A despeito da amostra de nosso estudo conter um número considerável de canais radiculares, não houve uma equivalência de casos de polpa viva e polpa morta, assim como quantidade semelhantes de casos destas duas situações clínicas para todos os grupos dentários. Provavelmente, o maior número de casos para o grupo de polpa mortificada devido ao fato do grande tempo de espera que o paciente deve ter para conseguir sua vaga na disciplina de Endodontia. Por este motivo, muitos casos já receberam atendimentos de urgência à bastante tempo, sendo que no momento do tratamento apresentam quadros de necrose pulpar. No que diz respeito ao número de canais para cada grupo dentário, houve pouca discrepância no número de casos, com exceção dos incisivos inferiores que continha apenas um caso de polpa viva, pelas dificuldades de encontrar esta situação.

Relativamente ao percentual de canais onde o instrumento se apresentou entre -2mm e -0,5mm, não se observou diferença significativa entre os dentes com polpa viva e polpa mortificada.

Em relação aos dentes com polpa mortificada oferecerem uma tendência de medições mais curtas do ápice (RAMOS & BERNARDINELI, 1994), não foi observado em nosso estudo diferença entre a média das duas medidas determinadas.

Outro aspecto a ser abordado são as medidas obtidas nos diferentes grupos dentários. Mesmo com o conhecimento dos estudos de Dummer et al. (1984) e Gutierrez & Aguayo (1995) não houve diferença no que diz respeito as medidas entre os diversos grupos dentários. Quando confrontados estatisticamente pelo teste t de student as médias entre os grupos dentários também não apresentaram diferença estatística, com exceção do grupo dos incisivos inferiores por motivos já abordados anteriormente.

Utilizando a metodologia da confirmação radiográfica da medida eletrônica, Kaufman et al. (1989) observaram medidas longe do vértice radiográfico, porém utilizando aparelhos de primeira geração, que apresentavam confiabilidade baixa.

Obtendo índices de confiabilidade semelhantes aos nossos, Frank & Torabinejad (1993) obtiveram 89,64% de acerto, com a diferença que eles consideraram medidas entre -1,5mm e -0,5mm.

Concordamos com Neto et al. (1995) no que diz respeito a confiabilidade de um localizador da mesma geração do NOVAPEX (APIT), com índice de 98,5%. Além do mais, os referidos autores tiveram uma amostra de 282 casos, o que credencia o método utilizado, visto que nenhum outro modelo experimental apresenta amostras com esta casuística. Além do mais, é escassa a literatura que apresenta resultados da confiabilidade dos localizadores apicais eletrônicos em odontometrias de dentes posteriores. É justamente nestes grupos dentários que se encontram o maior número de restrições a utilização destes dispositivos, como presença de anfractuosidades, curvaturas, excentricidades foraminais e canais estreitos.

Nesta ordem de idéias, concordamos com Berger et al. (2001), Pommer et al. (2002) e Renner et al. (2003) que obtiveram resultados de confiabilidade acima de 80% considerando medidas entre -1,5mm e -0,5mm. Os aparelhos testados foram o APEX FINDER nos dois primeiros estudos e o NOVAPEX no terceiro.

Considerando 1mm do vértice apical radiográfico, resultados de confiabilidade baixos foram encontrados no grupo de molares, em comparação com os nossos, no estudo de Versianil et al. (2004). O localizador utilizado foi o JUSTY II e o índice foi de 51,52%. Em nosso estudo, o referido grupo dentário apresentou resultados superiores a 90%. Ainda em relação aos resultados deste grupo dentário, em nossa pesquisa, foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos de polpa viva e polpa morta nos canais de molares inferiores, segundo o *teste t de student* ( $p=0,01$ ). Apesar desta

diferença estatística, não observamos na amostra e nos percentuais de medidas, consideradas aceitáveis, relevância clínica.

#### **6.4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A despeito da maioria dos localizadores de última geração apresentarem índices de acerto com percentuais acima de 80%, independentemente da metodologia utilizada, a literatura é unânime em indicar precaução no uso destes aparelhos. A utilização destes dispositivos em pacientes portadores de marca-passo cardíaco ainda é uma dúvida que necessita de mais estudos para o uso seguro neste tipo de situação (GAROFALO et al., 2002). Discordamos da utilização destes dispositivos para testes *in vivo*, como os realizados por Beach et al. (1996), enquanto estas dúvidas não forem sanadas.

Conforme abordado anteriormente todos os modelos experimentais possuem os seus méritos e suas limitações. Neste trabalho, realizou-se uma avaliação estritamente clínica do NOVAPEX, tendo como méritos uma amostra grande com representações de todos os grupos dentários com polpa viva e polpa morta. Sendo este um aparelho novo e com poucos estudos, novas pesquisas devem ser realizadas, utilizando outros modelos experimentais, como o trabalho *in vitro*, para que dúvidas que não foram respondidas neste trabalho possam ser esclarecidas. Uma destas dúvidas diz respeito, justamente á confiabilidade deste aparelho em detectar corretamente a constrição apical, visto que em nosso estudo o parâmetro de avaliação foi o radiográfico onde não se visualiza esta área.

Queremos com isso, não modificar os princípios que regem a terapia endodôntica, mas reconhecer que as alternativas e recursos auxiliares são muito importantes aos profissionais que praticam a especialidade.



## **7 CONCLUSÕES**

De acordo com a metodologia utilizada neste estudo, é possível afirmar que:

-O localizador apical NOVAPEX apresentou índice de confiabilidade para a determinação do comprimento de trabalho de instrumentação, com medidas radiográficas compreendidas entre 0,5 e 2mm aquém do vértice radiográfico, de 92,3% para todos os grupos dentários envolvidos na amostra com uma média geral de -1,1mm. Os percentuais de confiabilidade de 96% para canais com polpa viva e 90% para canais com polpa mortificada não apresentaram diferença estatística ( $p=0,21$ ).

-Na comparação das médias das medidas da distância da ponta do instrumento ao vértice radiográfico, para cada grupo dentário, não houve diferença estatística entre os grupos de polpa vital e mortificada, com exceção no grupo de molares inferiores ( $p=0,01$ ), porém sem relevância clínica.



## 8 REFERÊNCIAS

ARORA, R.K.; GULABIVALA, K. **An in vivo evaluation of the Endex and RCM Mark II electronic apex locators in root canals with different contents.** Oral Med. Oral Pathol., v.79, n.4, p.497-503, Apr. 1995.

AUN, C. E. , GAVINI, G. **Avaliação da distorção radiográfica em ápices radiculares íntegros e reabsorvidos quando das manobras de odontometria.** Estudo "in vitro". Rev. Paul. Odont. v. 10, n. 5, p. 40-5, Set/Out. 1988.

BEACH, C.W.; BRAMWELL, J.D.; HUTTER, J.W. **Use of an electronic apex locator on a cardiac pacemaker patient.** Journal of Endodontics, v.22, n.4, p.182-184, April 1996.

BERGER, C.R.; PELLISSARI, C.A.; KROLING, A.E.; ANDREA, F. **Avaliação da eficiência de um localizador apical.** Jornal Brasileiro de Endo/Perio, v.2, n.6, p.253-257, Jul./Set. 2001.

BLAYNEY, J.R. **The biologic aspect of root-conse.** Den. Items Interest, v.49, n.9, p. 681-708, sept. 1927.

BREGMAN, R.C. **A mathematical method of determining the length of a tooth for root canal treatment and filling.** J. Cand. Dent. Ass. Toronto, v.16, n.6, p. 105-106, jun. 1950.

BRITTO Jr., L.S.; BIRAL, R.R.; VALDRIGHI, L. **Estudo comparativo dos métodos eletrônicos e radiográficos nas odontometrias.** Rev. Paul. Odont.,v.11, n.3, p.2-14, Mai./jun., 1989.

BRUNTON, P.A.; ABDEEN, D.; MACFARIANE, T.V. **The effect of an apex locutor on exposure to radiation during endodontic therapy.** Journal of Endodontics, v.28, n.7, p.524-526, July 2002.

CAVADA, L.C.M. **Verificação radiográfica da relação forame e ápice radicular.** Pelotas, 1977. 39p. Tese (livre Docência) – faculdade de Odontologia da Universidade de Pelotas.

COOLIDGE, E. D. **Anatomy of the root apex in relation to treatment problems.** Journal of the American Dental Association, v.16, n.8, p.1456-1465, Aug. 1929.

COX, V. S.; BROWN Jr., C.E.; BRICKER, S.L.; NEWTON, C.W. **Radiographic interpretation of endodontic file length.** Surg. Oral Med. Oral Pathol., v.72, n.3, p.340-344, Sep. 1991.

CUSTER, L.E. **Exact methods of locating the apical foramen.** Journal Dent. Res., v.5, p. 815-819, Apr. 1918. apud TEIXEIRA, L.L. . **Estudo comparativo de três localizadores apicais eletrônicos, tendo em conta o comprimento externo dos dentes e dos canais radiculares.** São Paulo, 1997. 120p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

CZERW, L.E.; FULKERSON, M.S.; DONNELLY, J.C. **An in vitro test of a simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring.** Journal of Endodontics, v.20, n.12, p.605-606, Dec. 1994.

DAVIS, W.C. **Pulpectomy versus pulp extirpation.** Dental Items, v.44, p.81-100, 1922.

DUMMER, P.M.H.; MCGINN, J.H.; REES, D.G. . **The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen.** International Endodontical Journal, v.17, n.4, p.192-198, Oct. 1984.

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 canals.** Journal of Endodontics, v. 24, n.1, p.48-50, Jan. 1998.

EIAYOUTI, A.; WEIGER, R.; LOST, C. **Frequency of overinstrumentation with an acceptable radiographic working length.** Journal of Endodontics, v.27, n.1, p.49-51, Jan. 2001.

FITZGERALD, G.M. Dental Roentgenography II: **Vertical angulation film placement and increased object-film distance.** Journal of the American Dental Association, v.34. n. , p. 160-170, Feb. 1947.

FOUAD, A. F.; KRELL, K. V.; MCKENDRY, D. J.; KOORBUSCH, G. F.; OLSON, R. A. **A clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments.** J Endod, v.16, n.9, p.446-449, Sept. 1990.

FOUAD, A.F.; REID, L.C. **Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters.** Journal of Endodontics, v.26, n.6, p.364-367, June 2000.

FRANK, A.L.; TORABINEJAD, M. **An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator.** Journal of Endodontics, v.19, n.4, p.177-179, Apr. 1993.

GAROFALO, R.R.; EDE, E.N.; DORN, S.O.; KUTTLER, S. **Effect of electronic apex locators on cardiac pacemaker function.** Journal of Endodontics, v.28, n.12, p.831-833, Dec. 2002.

GAVINI, G.; AUN, C.; BARBERINI, A.F. **Estudo clínico de um localizador apical audiométrico (Sono Explorer Mark III) na determinação do comprimento de canais radiculares.** Ver. Fac. Odontologia F.Z.L., v.2, n.1, p.11-18, Jan./Jun. 1990.

GOLDBERG, F.; DE SILVIO, A.C.; MANFRÉ, S.; NASTRI, N. **In vitro measurement accuracy of an electronic apex locator in teeth with simulatec apical root resorption.** Journal of endodontics, v.28, n.6, p.461-463, June 2002.

GORDON, M.P.J; CHANDLER, N.P. **Electronic Apex Locator.** International Endodontic Journal, v. 37, p. 425-437, 2004.

GREEN, D. **A stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., v.13, n.6, p.728-733, Jun. 1960.

GREEN, D. **A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., v.9, n.11, p. 1224-1232, Nov. 1956.

GRIMBERG, F.; BANEGAS, G.; CHIACCHIO, L.; ZMENER, O. **In vivo determination of root canal length: a preliminary report using the Tri Auto ZX apex-locating handpiece.** International Endodontic Journal, v.35, p.590-593, 2002.

GROVE, C. J. **A rational technique for pulp canal surgery.** Dent. Cosmos, v. 74, n.5, p. 451-462, May. 1932.

GUTIERREZ, G.J.H.; AGUAYO, P. **Apical foraminal openings in human teeth – Number and location.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol., v.79, n.6, p.769-777, jun. 1995.

HOER, D.; ATTIN, T. **The accuracy of electronic working length determination.** International Endodontic Journal, v.37, p.125-131, 2004.

IBARROLA, J.L.; CHAPMAN, B.L.; HOWARD, J.H.; KNOWLES, K.I.; LUDLOW, M.O. **Effect of preflaring on root ZX apex locators.** Journal of Endodontics, v.25, n.9, p.625-626, Sep. 1999.

INGLE, J.I. **Endodontic instruments and instrumentation.** Dent. Clin. N. Amer. Philadelphia, Saunders Co., p. 805-822, 1957.

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.** Journal of Endodontics, v.27, n.3, p.209-211, March 2001.

KAUFMAN, A.Y.; KEILA, S.; YOSHPE, M. **Accuracy of a new apex locator: an in vitro study.** International Endodontic Journal, v.35 p.186-192, 2002.

KAUFMAN, A.Y.; SZAJKIS, S.; NIV, N. **The efficiency and reliability of the dentometer for detecting root canal length.** Surg. Oral Med. Oral Pathol., v.67, n.5, p.573-577, May 1989.

KELLER, E.; BROWN, C. E.; NEWTON, C. W. **A clinical evaluation of the Endocater-an electronic apex locator.** J Endod, v.17, n.6, p.71-74, June 1991.

KOBAYASHI, C. **Electronic canal length measurement.** Surg. Oral Med. Oral Pathol., v.79, n.2, p.226-231, Feb. 1995.

KOBAYASHI, C.; SUDA, H. **New electronic canal measuring device based on the ratio method.** Journal of Endodontics, v.20, n.3, p.111-114, Mar. 1994.

KOBAYASHI, C.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H. **A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capability.** Journal of Endodontics, v.23, n.12, p.751-754, Dec. 1997.

KOBAYASHI, C.; YOSHIOKA, T.; SUDA, H. **A new ultrasonic canal preparation system with electronic monitoring of file tip position.** Journal of Endodontics, v.22, n.9, p.489-492, Sep. 1996.

KUTTLER, Y. **Microscopic investigation of root apexes.** Journal of the American Dental Association., v. 50, n. 5, p. 544-552, May 1955.

LANGELAND, K. **Corso di Endodonzia.** Napoli, Italy: Orthocheck, 1996.

LAUPER, R.; LUTZ, F.; BARBAKOW, F. **An in vivo comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators.** Journal of Endodontics, v.22, n.5, p.260-263, May 1996.

LEE, S.J.; NAM, K.C.; KIM, Y.; KIM, D.W. **Clinical accuracy of a new apex locator with an automatic compensation circuit.** Journal of Endodontics, v.28, n.10, p.706-709, Oct. 2002.

LUCENA-MARTIN, C.; ROBLES-GIJÓN, V.; FERRER-LUQUE, C.M.; NAVAJAS-RODRIGUEZ DE MONDELO, J.M. **In Vitro evaluation of the accuracy of three electronic apex locators.** Journal of Endodontics, v.30, n.4, p.231-233, April 2004.

MACHADO, M.E.L.; PESCE, H.F. **Estudo da região apical de dentes tratados endodenticamente até o vértice radiográfico.** Revista Associação Paulista dos Cirurgiões-dentistas, v.35, n.6, p.534-537, nov./dez. 1981.

MARTINEZ-LOZANO, M.A.; FORNER-NAVARRO, L.; SANCHEZ-CORTÉS, J.L.; LLENA-PUY, C. **Methodological considerations in the determination of working length.** International Endodontic Journal, v.34, p.371-376, 2001.

MAYEDA, D.L.; SIMON, J.H.S.; AIMAR, D.F.; FINLEY, K. **In vivo measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator.** Journal of Endodontics, v.19, n.11, p.545-548, Nov. 1993.

MEARES, W.A.; STEIMAN, R. **The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator.** Journal of Endodontics, v.28, n.8, p.595-599, Aug. 2002.

MENIN, M.L.F.; WAGNER, M.; ESTRELA, C.; FIGUEIREDO, J.A.P.; BARLETA, F. B. **Análise comparativa de obtenção de odontometria com métodos radiográficos (cone longo e cone curto) e método elétrico (Endometer).** Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre, v.34, n.1, p.23-27, Set. 1993.

MILANO, N. F. , WERNER, S.M., KAPCZINSKI, M. **Localização do forame principal.** R.G.O., v. 31, n. 3, 220-24, 1983.

MORAES, S.H.; RIBEIRO, J.C.; MONIZ DE ARAGÃO, E.; HECK, A.R. **Método eletrônico de determinação do comprimento de trabalho.** Ver. Assoc. Paul. Cir. Dent., v.42, n.6, p.359-361, Nov./dez. 1988.

NASS,C.C.: FERREIRA, R. **Comparison in vivo of radiographic and electronic methods in the obtainment of working length to endodontics.** JBE, Curitiba, v.3, n.8, p.72-76, Jan/Mar. 2002.

NETO, M.S.; BONINI, A.; SILVA, R.G.; SAQUI, P.C.; PÉCORÁ, J.D. **Avaliação de um aparelho eletrônico para determinação da odontometria (condutometria).** Rev. Odontol. Univ. São Paulo, v.9, n.1, p.33-37, Jan./mar. 1995.

O'NEILL, L.J. **A clinical evaluation of electronic root canal measurement.** Surg. Oral Med. Oral Pathol.,v.38, n.3, p. 469-473, Sept. 1974.

OUNSI, H.F.; HADDAD, G. **In vitro evaluation of the reliability of the Endex electronic apex locator.** Journal of Endodontics, v.24, n.2, p. 120-121, Feb. 1998.

PAGAVINO, G.; PACE, R.; BACCETTI, T. **A SEM study of in vivo accuracy of the root ZX electronic apex locator.** Journal of Endodontics, v.24, n.6, p.438-441, June 1998.

PAIVA, J.G., ANTONIAZZI, J.H. **Endodontia: bases para prática clínica.** 2.ed. São Paulo: Artes Médicas, 1984. 886p.

PALLARÉS, A.; FAUS, V. **An in vivo comparative study of two apex locators.** Journal of Endodontics, v.20, n.12, p.576-579, Dec. 1994.

PILOT, T.F.; PITTS, D.L. **Determination of impedance changes at varying frequencies in relation to root canal file position and irrigant.** Journal of Endodontics, v.23, n.12, p.719-724, Dec. 1997.

PINEDA, F.; KUTTLER, Y. **Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7.275 root canals.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol, v.33, n.1, p. 101-110, Jan. 1972.

POMMER, O.; STAMM, O.; ATTIN, T. **Influence of the canal contents on the electrical assisted determination of the length of root canals.** Journal of Endodontics, v.28, n.2, p.83-85, Feb. 2002.

PRATTEN, D.H.; McDONALD, N.J. **Comparison of radiographic and electronic working lengths.** Journal of Endodontics, v.22, n.4, p.173-176, April 1996.

RAMOS, C.A.S.; BERNARDINELLI, N. **Influência do diâmetro do forame apical na precisão de leitura de um modelo de localizador apical eletrônico.** Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru, v.2, n.3, p.83-90, Set. 1994.

RENNER, D., BARLETTA, F.B., DOTTO, S.R., DOTTO, R.F., WAGNER, M.H. **Análise comparativa *in vitro* entre o método eletrônico Novapex e o método radiográfico na determinação da odontometria.** Pesquisa Odontológica Brasileira (resumo) v. 17, s. 2, p. 164, agosto 2003

RICUCCI, D. **Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1. Literature review.** International Endodontical Journal, v.31, p.384-393, 1998.

RICUCCI, D.; LANGELAND, K. **Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study.** International Endodontical Journal, v.31, p.394-409, 1998.

RIVERA, E.M.; SERAJI, M.K. **Effect of recapitulation on accuracy of electronically determined canal length.** Surg. Oral Med. Oral Pathol., v.76, n.2, p.225-230, Aug. 1993.

SAAD, A.Y.; AL-NAZHAN, S. **Journal of Endodontics**, v.26, n.3, p.144-147, March 2000.

SCHILDER, H. **Corso avanzado di endodonzia.** Firenze, Italy: Isinago,1987.

SELTZER, S.; SOLTANOFF, W.; SINAI, I.; SMITH, J. **Biologic aspects of endodontics. Part IV. Periapical tissue reactions to root-filled teeth whose canals been instrumented short of their apices.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol, v.28, n.5, p. 724-738, Nov. 1969.

SHABAHANG, S.; GOON, W.W.Y.; GLUSKIN, A.H.; **An in vivo evaluation of Root ZX electronic apex locator.** Journal of Endodontics, v.22, n.11, p.616-618, Nov. 1996.

SOUZA, L.C.L.; REISS, C. **Importância do preparo prévio dos terços cervical e médio no tratamento de canais radiculares.** Revista ABO Nacional, v.10, n 1, p. 52-57, Fev/Mar 2002.

STABHOLZ, A.S.; TORABINEJAD, M. **Effect of Preflaring on Tactile Detection of the apical Constriction.** Journal of Endodontics, v.21, n.2, p.92-94, Feb. 1995.

STEIN, T.J.; CORCORAN, J.F. **Anatomy of the root apex and its histologic changes with age.** Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol, v.69, n.2, p. 238-242, Feb. 1990.

SUNADA, I. **New method for measuring the length of the root canals.** J. Dent. Res., v. 41, n. 2, p. 375-87, Mar/Apr. 1962.

SUZUKI, K. **Experimental study on iontophoresis.** Kokubyo Gakkai Zasshi, v.16, p. 411, 1942. apud TEIXEIRA, L.L. . **Estudo comparativo de três localizadores apicais eletrônicos, tendo em conta o comprimento externo dos dentes e dos canais radiculares.** São Paulo, 1997. 120p. Tese (Doutorado)- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

TEIXEIRA, L.L.; DABDAD, R.; SOUZA, J.I.L.; PESCE, H.F. **Avaliação clínica da efetividade de quatro localizadores apicais eletrônicos.** Revista Odontológica do Brasil Central (ROBRAC), v.5, n.15, p.13-16, 1995.

TEIXEIRA, L.L.; MARQUES, J.L.L.; ANTONIAZZI, J.H.; PESCE, H.F. **Avaliação clínica de dois localizadores apicais eletrônicos de terceira geração.** RPG, v.2, n.4, p.204-208, Out./Nov./Dez., 1995.

THOMAS, A.S.; HARTWELL, G.R.; MOON, P.C. **The accuracy of the Root ZX electronic apex locator using stainless-steel and nickel-titanium files.** Journal of Endodontics, v.29, n.10, p.662-663, Oct. 2003.

TINAZ, A.C.; MADEN, M.; AYDIN, C.; TURKOZ, E. **The accuracy of three different electronic root canal measuring devices: an in Vitro evaluation.** Journal of Oral Science, v.44, n.2, p.91-95, May 2002.

VAJRABHAYA, L.; TEPMONGKOL, P. **Accuracy of apex locator.** Endodontics & Dental Traumatology, v.13, n.4, p.180-182, Aug. 1997.

VERSIANI, M.A.; BERTINI, L.F.C.; SOUSA C.J.A. **O paradigma do limite apical de instrumentação** – Estudo in vivo. JBE, v.5, n.16, p.20-30, Jan./Mar. 2004.

VIER, F.V., TOCHETTO, F.F., ORLANDIN, L.I., XAVIER, L.L., MECHELON, S., BARLETTA, F.B. **Avaliação *in vitro* do diâmetro anatômico de Canais radiculares de molares humanos, segundo a influência da idade.** Jornal Brasileiro de Endodontia v. 5, n.5, p.52-60, Jan./mar. 2004

WEIGER, R.; JOHN, C.; ZAHNARZT, H.G.; LOST, C. **An in vitro comparison of two modern apex locators.** Journal of Endodontics, v.25, n.11, p.765-768, Nov. 1999.

WEINE F.S. **Terapia Endodôntica**, Milano, Italy: Scienza e técnica dentistica, Edizioni Internazionali, p.183-196, 1982.

WELK, A.R.; BAUMGARTNER, J.C.; MARSHALL, J.G. **An in vivo comparison of two frequency-based electronic apex locators.** Journal of Endodontics, v.29, n.8, p.497-500, Aug. 2003.



**ANEXOS**

## ANEXO 3

### TERMO DE CONSENTIMENTO

#### I - Dados de identificação do paciente.

1. Nome do paciente: \_\_\_\_\_
2. Documento de identidade: \_\_\_\_\_
3. Data de nascimento: \_\_\_\_\_
4. Endereço (Rua, nº, bairro): \_\_\_\_\_
5. Cidade: \_\_\_\_\_
6. Unidade da Federação: \_\_\_\_\_
7. Telefone: \_\_\_\_\_
8. Cep.: \_\_\_\_\_

Eu,....., autorizo o meu ingresso como voluntário da pesquisa científica intitulada **"Avaliação (in vivo) da confiabilidade do método eletrônico novapex na determinação do comprimento de trabalho"**, desenvolvida pelo Autor do trabalho Daniel Renner sob orientação do Prof. Dr. Fernando Branco Barletta. Declaro ter sido convenientemente esclarecido e que não haverá desconfortos e riscos adicionais em virtude da pesquisa. Também declaro ciência que os procedimentos a serem adotados respeitam as respectivas declarações e resoluções que rezam sobre o assunto. Além disto declaro não ser portador de marca-passo cardíaco nem de prótese auricular.

Data.....

Assinatura do paciente ou responsável pelo paciente.....

Assinatura do responsável pela pesquisa.....

## ANEXO 4

### FICHA DE ANOTAÇÕES

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO  
SUL DÍSCILPLINA DE ENDODONTIA CLINICA

**Paciente:**.....

**.Número** ..... **do**  
**prontuário:**.....

**Aluno:**.....

**.Turno:**.....

..

#### 1. Diagnóstico:

Polpa viva ( )

Polpa morta ( )

#### 2. Interpretação radiográfica:

Sem lesão periapical (vitais) ( )

Sem lesão periapical (não vitais) ( )

Com lesão periapical ( )

#### 3. Medição eletrônica com o led indicador em 1mm (em mm):

\_\_\_\_\_

#### 4. Distância da ponta do instrumento até o vértice radiográfico. Medição do paquímetro digital: \_\_\_\_\_

#### 5. Comprimento de trabalho após tomada radiográfica (em mm):

\_\_\_\_\_

**Obs: Na medição eletrônica o aparelho deve indicar 1 mm.**

**Obs2: O comprimento que se quer é de 1 mm do ápice radiográfico.**



## ANEXO 6

### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa morta	ICS	ILS	CS	1ºpms V	1ºpms P	2ºpms único	2ºpms V	2ºpms P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
1		-1,8																					
2		-0,3																					
3																-1,1							
4			-0,8																				
5		-0,8																					
6	-1,0																						
7			-1,4																				
8		-1,8																					
9	-0,7																						
10	-1,0																						
11	-0,8																						
12			-1,3																				
13																	-0,6						
14		-0,8																					
15						-1,1																	
16																-0,6							
17															0								
18	-1,0																						
19	-1,3																						
20			-0,9																				
21			-1,4																				
22																	-0,6						
23		-1,2																					
24																				-0,8			
25															-1,2								
26		-2,2																					
27																	-3,0						
28															X								
29						-1,8																	

## ANEXO 7

### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa morta	ICS	ILS	CS	1ºpms V	1ºpms P	2ºpms único	2ºpms V	2ºpms P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
30	-1,1																						
31			-0,4																				
32																					-0,8		
33																				-1,4			
34																					-2,0		
35		-0,6																					
36											-0,3												
37						-1,7																	
38																						-0,8	
39																							-1,1
40																				-1,3			
41																					-1,0		
42																					-1,4		
43																						-1,2	
44																					-1,5		
45																						-0,8	
46									-2,2														
47										-1,7													
48											-1,4												
49																						-1,2	
50																							-1,3
51	-1,8																						
52																				-1,5			
53		-1,5																					
54		-1,7																					
55	-1,7																						
56		-1,6																					
57						-1,0																	
58									-1,5														
59										-1,5													

## ANEXO 8

### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa morta	ICS	ILS	CS	1ºpm s V	1ºpm s P	2ºpm s único	2ºpm s V	2ºpm s P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D	
60											-1,6													
61																					-1,1			
62																						-0,6		
63																				0				
64																						0		
65					-0,9																			
66				X																				
67																				0				
68																					-1,2			
69																						-0,9		
70									X															
71										-0,6														
72											-0,6													
73						-0,8																		
74																								
75	-1,4																							
76																								
77		-2,3																						
78	-1,3																							
79																								
80	-1,4																							
81																								
81																								
83																								
84						-1,4																		
85	-1,6																							
86	-1,0																							
87	-0,8																							
88	-1,4																							



## ANEXO 9

### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa morta	ICS	ILS	CS	1ºpms V	1ºpms P	2ºpms único	2ºpms V	2ºpms P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
89			-1,2																				
90						-1,1																	
91																					-1,3		
92																						-1,2	
93																					-0,6		
94																						-1,4	
95				-1,1																			
96					-1,3																		
97									-0,7														
98										-1,0													
99											-1,3												
100									-0,8														
101										-0,8													
102											-0,9												
103																						-1,4	
104																					-0,9		
105								-1,1															
106							-1,7																
107	-0,9																						
108									-1,3														
109										-0,5													
110												-0,8											
111													-0,9										
112														-0,8									
113						-1,6																	
114																		-1,2					
115									-1,7														
116										-0,3													
117											-0,5												

## ANEXO 10

### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa morta	ICS	ILS	CS	1ºpms V	1ºpms P	2ºpms único	2ºpms V	2ºpms P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
118			0																				
119	-0,8																						
120			-0,6																				
121												-0,7											
122													-1,1										
123														-0,9									
124					-0,8																		
125			x																				
126									-0,7														
127										x													
128											-0,8												
129									-0,8														
130										-1,8													
131											-1,3												

## ANEXO 11

### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa viva	ICS	ILS	CS	1ºpms V	1ºpms P	2ºpms único	2ºpms V	2ºpms P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
1		-1,3																					
2		-2,2																					
3			-1,9																				
4						-0,6																	
5	-1,3																						
6			-1,0																				
7																	-1,4						
8		-0,8																					
9		-1,1																					
10																			-1,7				
11						-2,2																	
12			-0,7																				
13		-1,1																					
14		-0,8																					
15			-0,6																				
16						-1,1																	
17																			-1,5				
18		-1,4																					
19																		-0,9					
20						-1,2																	
21	-0,8																						
22		-1,4																					
23																							
24																	-0,9						
25		-0,8																					
26																			-0,8				
27																-0,6							
28																	-1,0						
29						-1,3																	

## **ANEXO 12**

**MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO**

Polpa viva	ICS	ILS	CS	1ºpms V	1ºpms P	2ºpms único	2ºpms V	2ºpms P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
30		-0,8																					
31	-1,2																						
32		-1,1																					
33			-2,0																				
34																				-1,4			
35																				-1,3			
36	-0,7																						
37			-0,7																				
38		-1,6																					
39																					-0,8		
40																						-1,1	
41																					-0,8		
42																						-0,8	
43																						-1,8	
44																							-1,9
45					-0,7																		
46				-1,1																			
47																							-1,5
48																							-2,0
49									-0,8														
50										-1,4													
51											-1,6												
52																						-1,6	
53																							-1,0
54																							-1,5
55									-0,8														
56										-0,6													
57											-0,5												
58																						-2,0	
59																							-1,4

### ANEXO 13

#### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa viva	ICS	ILS	CS	1ºpms V	1ºpms P	2ºpms único	2ºpms V	2ºpms P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
60									-1,1														
61										X													
62											-1,0												
63									-1,8														
64										0													
65											-1,3												
66							-1,4																
67								-1,1															
68																							-0,9
69																							
70																					-1,1		
71									X													-1,4	
72										-1,0													
73											-1,0												
74								-0,9															
75							-0,7																
76					-0,8																		
77				-1,0																			
78					-0,8																		
79				X																			
80																							-1,3
81																						-1,0	
82									-1,2														
83										-0,8													
84											-0,6												
85												-0,7											
86													-1,1										
87														-0,8									
88																							-1,3

## ANEXO 14

### MEDIDA, EM MM, DA PONTA DO INSTRUMENTO ENDODÔNTICO AO VÉRTICE APICAL RADIOGRÁFICO

Polpa viva	ICS	ILS	CS	1ºpm s V	1ºpm s P	2ºpm s único	2ºpm s V	2ºpm s P	1ºms P	1ºms MV	1ºms DV	2ºms P	2ºms MV	2ºms DV	ICI	ILI	CI	1ºpmi	2ºpmi	1ºmi M	1ºmi D	2ºmi M	2ºmi D
89																							-1,7
90					-1,7																		
91				-1,1																			
92					-0,6																		
93				-0,9																			
94																							
95																						-1,8	
96					-1,3																	-2,0	
97				-0,8																			