UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU



MARCELA MILANEZI DE ALMEIDA

Estudo da anatomia radicular de segundos molares superiores por meio da Microtomografia Computadorizada

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas

Área de concentração: Endodontia

Orientador: Prof. Dr. Norberti Bernardineli

Ameida, Marcela Milanezi Al64e Estudo da anatomia radicul

Estudo da anatomia radicular de segundos molares superiores por meio da Microtomografia

Computadorizada./ Marcela Milanezi de Almeida – Bauru, 2013.

105 p.: il.; 30cm.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Bauru. Universidade de São Paulo

Orientador: Prof. Dr. Norberti Bernardineli

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação/tese, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da FOB-USP Protocolo nº: 02210112.5.0000.5417

Data: 22 de Novembro de 2012

DADOS CURRICULARES

Marcela Milanezi de Almeida

2 de Março de 1986	Nascimento Manduri – São Paulo
Filiação	Aurivan Antunes de Almeida Nilce Milanezi de Almeida
2004 – 2007	Graduação em Odontologia Fundação Educacional de Barretos
2008 – 2009	Aperfeiçoamento em Endodontia – CPO/Uningá – Bauru/SP
2008 – 2010	Especialização em Endodontia Hospital de Reabilitação de Anomalias Crâniofaciais HRAC/Universidade de São Paulo
2009 – 2010	Especialização em Odontologia do Trabalho São Leopoldo Mandic
2009 – 2010	Aperfeiçoamento em Endodontia Associação paulista dos cirurgiões dentistas (APCD) Bauru-SP
2011 – 2013	Pós-Graduação, nível de Mestrado em Ciências Odontológicas Aplicadas, área de concentração em Endodontia, Faculdade de Odontologia de Bauru Universidade de São Paulo – Bauru/SP.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente à minha família....

Aos meu país, Aurivan Antunes de Almeida e Nilce Milanezi de Almeida,

por proporcionarem-me a vida e por permanecerem ao meu lado em todos os momentos. Pelo amor incondicional, pelos conselhos, pelas orações, palavras de apoio, preocupações e principalmente, por serem meus maiores exemplos. Agradeço por toda dedicação. As palavras jamais seriam suficientes para resumir meu amor por vocês.

Obrigada por tudo paí e mãe!

À minha querida irmã e amiga **Ana Brigida Milanezi de Almeida Prandini,** obrigada por ser minha irmã, admiro seus cuidados e carinho comigo. Sua alegria contagiante e suas palavras sempre me encorajaram.

À mínhas sobrinhas **Lais Almeida Prandini** e **Júlia Almeida Prandini** e meu cunhado **Luiz Henrique Rocha Prandini**, obrigada pelos momentos de alegría e descontração.

Ao meu namorado **Marcelo Haas Villas-Bôas**, obrigada pelos momentos felizes e principalmente por me amparar nas horas mais dificeis. Sua alegria contagiante, seu companheirismo, dedicação e carinho são essenciais. Te amo!

A vocês, dedico os resultados de meus esforços, meus estudos, minhas felicidades e lutas durante todos esses anos. Sem o apoio, carinho, incentivo e compreensão de vocês nada disso seria possível. Muito Obrigado!!

Meus Sinceros Agradecimentos

Ao **Prof. Dr. Norberti Bernardineli**, meu querido orientador, obrigada pela orientação e ajuda desta pesquisa, pela paciência que teve comigo durante todo o curso de mestrado, sou muito grata pelos ensinamentos transmitidos. Obrigada por tudo o que o Sr. fez por mim!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte, obrigada pelo apoio, incentivo e os ensinamentos durante o desenvolvimento deste trabalho. Sempre que precisei de sua ajuda, o Sr. esteve disposto a me ajudar e sempre com muita disposição e generosidade. Obrigada por tudo!

Ao amigo **Ronad Ordinola Zapata**, doutorando em Endodontía da FOB-USP, pela sua amizade, pelo companheirismo e especialmente pelos ensinamentos compartilhados. Sua ajuda foi essencial para este trabalho. Obrigada por tudo!

Ao meu namorado e amígo **Marcelo Haas Villas-Bôas**, Sua ajuda nesta pesquisa foi essencial e seus conhecimentos sobre microtomografía me foram muito úteis. Obrigada por tudo!

Aos demais professores do departamento de Endodontia FOB/USP...

Ao Prof. Dr. **Clóvis Monteiro Bramante**, pelos ensinamentos, apoio e sabedoría durante o curso de mestrado. Obrigada!

Ao Prof. Dr. **Ivaldo Gomes de Moraes**, pelo apoio, incentivo e amizade durante o curso de mestrado. Obrigada!

Ao Prof. Dr. **Roberto Brandão García**, suas palavras de ensinamentos e paciência foram essenciais durante o curso de mestrado. Obrigada!

À Prof^a. Dra. **Flaviana Bombarda de Andrade,** pelos momentos de descontração e ensinamentos durante o curso de mesrado.

Obrigada!

À minhas avós, Vincenza Cavezzi Milanezi e Zilma Vieira de Almeida, que sempre estiveram por perto me apoiando!

À família **Haas Villas-Bôas**: Sr. **Eduardo**, Dona **Maria Aparecida, Ticiana, Junior, Adriana, Nardí** e Dona **Inalda** por serem pessoas queridas que me receberam e acolheram de braços abertos, pelo apoio e companhia das minhas idas à Brasília. E ao meu namorado **Marcelo**, pela paciência, cumplicidade, pelo carínho, amizade e amor. Obrigado, querido!

Aos amigos de mestrado: Amanda Maliza, Bruno Guimarães, Carolina Filpo, Marcelo Vitoriano, Marcela Àrias, Milena Silva e Pablo Amoroso, guardo um enorme carinho de vocês, Obrigada pelos momentos de descontração no departamento.

Aos amigos de doutorado em Endodontia: Aldo del Carpio Perochena, Bruno Cavalini Cavenago, Marina Angélica Marciano da Silva, Marcelo Haas Villas-Bôas, Paloma Gagliardi Minotti e Raquel Zanin Midena, guardo de vocês lembranças e carinho. Muitos Sucesso a vocês!

Às funcionárias da Disciplina de Endodontia, **Andressa Barra Vieira e Suely Regina Bettio** pelo profissionalismo gentileza e atenção presentes em todos os momentos. Obrigada por tudo!

Ao funcionário da Disciplina de Endodontia, **Edimauro de Andrade**, nunca hesitou em me ajudar em tudo que precisei, sua alegría sempre contagia o departamento. Obrigado por tudo!

Aos **Funcionários da Biblioteca**, exemplos de eficiência, organização, dedicação. Agradeço pelos conhecimentos transmitidos.

À todos os professores do curso de Pós-graduação durante o Mestrado.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

À Faculdade de Odontología de Bauru, Universidade de São Paulo, na pessoa do diretor, **Prof. Dr. José Carlos Pereira**.

À Comíssão de Pós-graduação na pessoa do **Prof. Dr. Paulo César Rodrígues Contí**.

Ao Coordenador do programa de Pós-graduação em Endodontía **Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte**

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão de bolsa de estudo para a realização deste trabalho.

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar qualitativa e quantitativamente a anatomia do sistema de canais radiculares de segundos molares superiores por meio de microtomografia computadorizada. Cem dentes foram escaneados no micrótomografo (SkyScan 1174) utilizando uma resolução de 19,7 µm e reconstruídos para análises bidimensionais dos número de canais principais e ramificações, diâmetro maior (V-P) e menor (M-D) a 1, 2, 3, 4 e 5mm do forame apical e área (mm²) das raízes mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina. Após a reconstrução tridimensional das amostras escaneadas a classificação do sistema de canais radiculares foi realizada de acordo com Vertucci e os tipos adicionais. Os resultados evidenciaram que nos 2mm apicais iniciais a raiz mésio-vestibular mostrou uma frequência maior do número de canais. O diâmetro maior (V-P) das raízes avaliadas gradualmente a cada milímetro no sentido ápico-cervical, o diâmetro menor (M-D) das raízes avaliadas diminuiu no segundo milímetro apical, voltando a aumentar a partir deste, a cada milímetro avaliado. A análise tridimensional revelou uma equivalência de dados com relação a classificação de Vertucci, principalmente na raiz palatina e disto-vestibular 98% e em menor escala a raiz mésio-vestibular com 64%. Dentre os tipos de classificações adicionais foram encontrados no presente estudo, 18% dessas classificações para as raízes mésio-vestibulares, 2% para as raízes disto-vestibulares e 1% para a raiz palatina. Este estudo registrou também novos tipos de anatomia, que não se enquadraram nas classificações de Vertucci e nas classificações adicionais dos outros autores: 18% das raízes mésio-vestibulares e 1% da raiz palatina. O presente estudo confirmou por meio do microCT, a alta incidência de canais mésio-palatinos e grande quantidade de ramificações nas raízes mésio-vestibulares nos segundos molares superiores.

Palavras chave: Anatomia do sistema de canais radiculares; Endodontia; Microtomografia computadorizada.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate qualitatively and quantitatively the anatomy of the root canal system of maxillary second molars using computerized microtomography. One hundred samples were scanned at microCT (SkyScan 1174) using a resolution of 19.7 µm and reconstructed in two-dimensional slices to determine the number of main canals and branches, root canal diameter (B-P) and lower diameter (M-D) direction at 1, 2, 3, 4 and 5mm from the apical foramen. Also, the area (mm2) of the mesiobuccal, distobuccal and palatal roots was analyzed. The classification of the root canal system was performed according to Vertucci and additional authors classifications. The results showed that at the apical third, the mesiobuccal root showed a higher frequency of root canals and ramifications. In overall, the bucco-palatal diameter (B-P) and mesio-distal diameter (M-D) gradually increased from the apical to the cervical third. Threedimensional analysis revealed that 98% of disto-buccal and palatal canals fits in the Vertucci's classification. In the mesiobuccal canal 64% of the anatomies could be described by the Vertucci classification. Other author's classifications were found in 18% of mesiobuccal roots, 2% on distobuccal roots and 1% on palatal roots. This study found new types of root canal anatomies that were not previously described, mainly, in the mesiobuccal and palatal roots (19%). It can be concluded that the mesial buccal roots in maxillary second molars show a higher complexity in comparison to the distobuccal and palatal root.

Keywords: anatomy of the root canal system; endodontics; computed microtomography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	-	Microtomógrafo SkyScan modelo 1174 (SkyScan, Kontich, Bélgica).	48
Figura 2	-	Computador utilizado para a aquisição e reconstrução das imagens radiográficas(Dell, Precision T5500, Polônia)	48
Figura 3	-	Posicionamento do espécime no interior da câmara do microtomógrafo	49
Figura 4	-	Barra de ferramentas do Programa de Controle SkyScan 1174 (A) Botão de energia. (B) Video Image	49
Figura 5	-	Imagem prévia da amostra a ser escaneada no Programa SkyScan 1174	50
Figura 6	-	Representação esquemática da análise quantitativa tridimensional. (A) amostra reconstruída no Programa CTan, demonstrando a junção cemento-esmalte que marca o início da análise	51
Figura 7	-	Binarização do canal radicular a ser estudado	52
Figura 8	-	Figura 8. Representação esquemática dos tipos de canais radiculares segundo a classificação de Vertucci	54
Figura 9	-	A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical.	59
Figura 10	-	A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci para as raízes distal e palatina e nova classificação para a raiz mesial no sentido cervico-apical 2-3-2-1-3-2. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical.	59

Figura 11	-	A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci para as raízes distal e palatina e nova classificação para a raiz mesial no sentido cervico-apical 1-2-1-2-3-2-3. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical
Figura 12	-	A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci para as raízes distal e palatina e nova classificação para a raiz mesial no sentido cervico-apical 2-1-3-2. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical.
Figura 13	-	A-Imagem bidimensional dos canais radiculares do terço apical, raiz mésio-vestibular indicada (*). B e C-Imagem bidimensional dos canais radiculares do terço médio, raízes mésio-vestibulares indicadas (*) com dois e três condutos respectivamente. D-Imagem bidimensional dos canais radiculares do terço cervical da raiz mésio-vestibular

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	-	Distribuição da frequência (n) dos tipos morfológicos do sistema de canais radiculares, de acordo com a classificação de Vertucci.	57
Tabela 2	-	Classificações existes na literatura, adicionais à de Vertucci	58
Tabela 3	-	Novos tipos de classificações encontradas neste estudo. O número de dentes de cada classificação encontra-se entre parênsetis	58
Tabela 4	-	Análise morfométrica bidimensional do diâmetro maior nos diferentes níveis avaliados (mediana e abaixo, os valores mínimo-máximo) n=100.	64
Tabela 5	-	Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas do calibre dos forames entre as raízes mésiovestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P) nos diversos níveis, no sentido do diâmetro maior (n=100)	64
Tabela 6	-	Análise morfométrica bidimensional do diâmetro menor nos diferentes níveis avaliados (mediana e abaixo, os valores mínimo-máximo) n=100.	65
Tabela 7	-	Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas do calibre dos forames entre as raízes mésiovestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P) nos diversos níveis, no sentido do diâmetro menor (n=100)	66
Tabela 8	-	Número de canais principais e ramificações a nível de 0,5, 1, 1,5 e 2 mm dos ápices radiculares nas raízes mésio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P); mediana e números, mínimo-máximo da presença de canais principais e ramificações.	67
Tabela 9	-	Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas dos canais principais e secundários entre as raízes mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina nos diversos níveis, no sentido ápico-cervical (n=100).	68

Tabela 10	- Análise morfométrica bidimensional da área nos diferentes níveis avaliados (mediana e abaixo, os valores mínimomáximo) n=100	69
Tabela 11	- Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando a diferença estatística entre os diferentes níveis nas três raízes avaliadas (n=100)	70
Tabela 12	- Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas entre os valores da área em mm dos condutos radiculares, nos diferentes níveis das raízes mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina. (n=100)	71

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CBCT Tomografia Computadorizada – Cone Bean

MicroCT Microtomografia Computadorizada

MV Mésio-vestibular

DV Disto-vestibular

P Palatina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DA LITERATURA	23
3	PROPOSIÇÃO	41
4	MATERIAL E MÉTODOS	45
4.1	Seleção da amostra	47
4.2	Análise microtomográfica	47
4.3	Escaneamento das imagens	50
4.4	Reconstrução tridimensional	50
4.5	Processamento e análise das imagens	51
4.6	Avaliação da morfologia interna	53
4.7	Análise estatística	54
5	RESULTADOS	55
5.1	Classificação da morfologia interna	57
5.2	Avaliação bidimensional	63
5.2.1	Diâmetro maior (V-P)	63
5.2.2	Diâmetro menor (M-D)	65
5.2.3	Canais principais e ramificações	68
5.2.4	Área mm ²	68
6	DISCUSSÃO	73
6.1	Da metodologia	75
6.2	Dos resultados	77
6.2.1	Presença do quarto canal	78
6.2.2	Classificação do sistema de canais radiculares	78

6.2.3	Análise bidimensional	80
6.2.3.1	Diâmetro maior (V-P) e menor (M-D)	80
6.2.3.2	Presença de ramificações	81
6.2.3.3	Área mm ²	81
7	CONCLUSÃO	83
	REFERÊNCIAS	89
	ANEXOS	97

1 Introdução

1 INTRODUÇÃO

Dentre os inúmeros fatores responsáveis pelo sucesso do tratamento endodôntico, o conhecimento da anatomia interna e externa é de suma importância, principalmente se durante essa operação associarmos eficiente limpeza, preparo e obturação do sistema de canais radiculares (KARTAL; YANIKOGLU, 1992).

O conhecimento completo dessa anatomia dental vem sendo estudado desde o século passado (HESS, 1925). As variações anatômicas como istmos, irregularidades no trajeto do conduto, presença de curvaturas nas mais variadas direções, não são condições clínicas ou radiográficas muitas vezes possíveis de serem localizadas com precisão (KARTAL; YANIKOGLU, 1992).

O preparo adequado de um conduto até sua obturação final acaba sendo um desafio ao endodontista em função dessa complexidade anatômica e acredita-se com isso, que muitas áreas do conduto não são atingidas pelo preparo, sendo difícil avaliar o impacto que tais regiões inacessíveis possam causar no tratamento endodôntico (INGLE, 1994; VERTUCCI, 1984, 2005; WEINE et al., 1969; WOLCOTT et al., 2002).

Em relação aos molares superiores, o conduto ou condutos da raiz mésio-vestibular têm gerado um maior número de pesquisas em relação aos demais grupos dentais, devido a sua anatomia complexa e suas possíveis variações, especialmente em relação a presença ou ausência de um segundo canal denominado mésio-palatino (BUHRLEY et al., 2002; CLEGHORN; CHRISTIE; DONG, 2006; KULILD; PETERS, 1990; STROPKO, 1999; WEINE et al., 1969; ZHENG et al., 2010).

Alguns trabalhos em relação à raiz mésio-palatina têm mostrado que fatores como idade, raça e gênero contribuem e influenciam para a presença de variações anatômicas na referida raiz (ALAVI et al., 2002; CLEGHORN; CHRISTIE; DONG, 2006; NEELAKANTAN et al., 2010; NG et al., 2001; THOMAS; MOULE; BRYANT, 1993; WEINE et al., 1999; YOSHIOKA et al., 2004; ZHENG et al., 2010).

A incidência clínica de que os molares superiores apresentam quatro canais, varia entre 9,6 a 38% (HARTWELL; BELLIZZI, 1982; POMERANZ; FISHELBERG, 1974; SEIDBERG et al., 1973) e estudos realizados em dentes extraídos, a incidência do quarto canal oscila entre 35,9 a 69% (GREEN, 1973; PINEDA; KUTTLER, 1972; POMERANZ; FISHELBERG, 1974; WEINE et al., 1969).

Dentre os inúmeros autores que se dedicaram a estudar a morfologia interna dos canais radiculares (CALISKAN; PEHLIVAN, 1995; HESS, 1925; PECORA et al., 1993; SERT; ASLANALP; TANALP, 2004; SLOWEY, 1979; VERTUCCI, 1984), a classificação de Vertucci (1984), é a mais citada, pois descreve o sistema de canais radiculares em oito tipos morfológicos diferentes, de acordo com o número e localização. Alguns autores acrescentaram posteriormente outros tipos morfológicos a esta classificação (GULABIVALA et al., 2001; GULABIVALA et al., 2002; KARTAL; YANIKOGLU, 1992; NG et al., 2001; SERT; BAYIRLI, 2004).

Inúmeros foram os métodos de pesquisa aplicados para o estudo da anatomia radicular: método histológico (ALTMAN et al., 1970; KUTTLER, 1955); injeção de metal fundido com posterior descalcificação dos dentes (COOLIDGE, 1929); diafanização com injeção de corantes (HESS, 1925; OKUMURA, 1927; VERTUCCI, F.J, 1974); desgaste dos dentes (GREEN, 1955) e radiográfico (GREEN, 1956; MUELLER, 1933; PINEDA, 1973; PINEDA; KUTTLER, 1972).

A maioria desses métodos tinha suas limitações e a principal era a destruição das amostras e nesta condição, o uso de medidas morfométricas tridimensionais tornavam a metodologia extremamente restrita.

O método radiográfico apesar de não destruir a amostra permitia apenas uma visão bidimensional das raízes em estudo (BRYANT et al., 1998).

Como consequência dos avanços tecnológicos no desenvolvimento de novas técnicas, para ajudar na visualização mais detalhada da anatomia radicular interna, as técnicas de imaginologia vem sendo introduzidas na Odontologia, tais como a radiografia digital e a tomografia computadorizada, que possibilitam uma análise mais detalhada e tridimensional do modelo estudado (NEELAKANTAN; SUBBARAO; SUBBARAO, 2010; PATEL et al., 2009).

Outra técnica de imaginologia muito utilizada é a microCT, que nos últimos 12 anos tem sido muito utilizada para análise de diversos procedimentos endodônticos, que incluem estudos anatômicos, de modelagem, obturação e retratamento do canal radicular (PLOTINO et al., 2006). Sua alta resolução, tem se mostrado promissora para análises qualitativas e quantitativas em pesquisas laboratoriais "in vivo" e "ex vivo" (SWAIN; XUE, 2009).

A abordagem não destrutiva da microCT torna possível estudar a anatomia de forma mais precisa e ao mesmo tempo superar as deficiências técnicas de estudos anteriores. Outra vantagem deste método é que a anatomia interna dos canais radiculares pode ser reconstruída e observada tridimensionalmente em vários ângulos (PETERS et al., 2000). Baseado nestas observações de suma importância, este estudo propõe-se analisar por meio da microCT, a anatomia interna de segundos molares superiores.

2 Revisão da Literatura

2 REVISÃO DA LITERATURA

Desde o último século, inúmeros foram os estudos sobre a complexidade anatômica dos canais radiculares nos diversos grupos dentais (VERTUCCI, 1984). O pioneiro dos estudos foi Hess, em 1921, onde realizou a perfusão dos canais radiculares com tintas de nanquim em 2.789 dentes demostrando o quão complexo é o sistema de canais radiculares podendo ocorrer variações apicais, como diferenciações nas ramificações e formação de canais laterais devido ao processo fisiológico natural, cuja complexidade variava de acordo com os grupos dentais (HESS, 1921).

COOLIDGE em 1929, teve sua atenção voltada para a anatomia do ápice radicular, por meio de exames histológicos, concluiu que o canal radicular principal pode apresentar ramificações em vários forames e que os canais curvos, as ramificações bem como os canais atrésicos não causam insucesso no tratamento endodôntico, partindo do pressuposto de que o canal radicular deve ser descontaminado e obturado adequadamente.

Estudando a anatomia interna PUCCI, em 1944 realizou cortes longitudinais e transversais denominando os canais radiculares em: canal principal, colateral, lateral, secundário, acessório, recorrente e delta apical, sendo que este último apresentava características mais frequentes.

KUTTLER, em 1955 analisou em microscopia óptica a junção canal-dentina-cemento de 268 dentes, onde os canais radiculares foram corados com tinta nanquim, as raízes foram desgastadas e analisadas. Obteve dois grupos diferentes, sendo um grupo de dentes extraído de pessoas entre 18 e 25 anos e outro de 55 anos. O autor concluiu que: a) o centro do forame se afasta do vértice apical com o passar dos anos, devido à deposição de cemento; b) o diâmetro do forame diminui com a idade; c) o canal cementário possui a forma afunilada; d) detectou também a presença de canais secundários, laterais e acessórios.

PINEDA e KUTTLER, em 1972 utilizaram 4.183 dentes, com uma média de 261 em cada grupo dental, os quais foram analisados radiograficamente para obtenção do número de canais radiculares, ramificações, curvaturas, localização foraminal e presença de deltas apicais. O primeiro grupo pertencia a pessoas com idade de 25 anos, o segundo de pessoas entre 35 a 45 anos e o terceiro de pessoas acima de 55 anos. Foram realizadas tomadas

radiográficas tanto no sentido mésio-distal quanto no sentido vestíbulo-lingual. Os autores concluíram que: a) 33% dos canais radiculares eram estreitos e com curvatura acentuada; b) encontraram ramificações no canal principal em 30,6% das amostras e que essas ramificações estavam mais presentes no terço médio e apical das raízes; c) o diâmetro vestíbulo-lingual do terço apical mostrou-se maior que o diâmetro mésio-distal; d) ramificações na bifurcação ou trifurcação não foram encontradas; e) em 83% dos casos, o forame do canal radicular principal foi localizado para um dos lados do vértice apical; f) a quantidade de deltas apicais encontrada foi de 1,6%.

DE DEUS, em 1975 utilizou em seus estudos 1.140 dentes superiores e inferiores com o intuito de analisar possíveis ramificações. Os dentes foram corados e posteriormente descalcificados. A frequência de canais laterais, secundários e acessórios foi de 27,4%; as ramificações foram encontradas no terço apical em 17%; os canais laterais estavam presentes em 10,3% e os canais secundários foram localizados com uma frequência de 16,4%. Afirmou que as ramificações não se encontram no mesmo local das raízes e há uma grande variação quanto ao número, idade, grupo dental e fatores intrínsecos.

MILANO, em 1983 analisaram 180 dentes para pesquisar a diferença entre o comprimento linear do canal radicular obtido por meio de um paquímetro e o comprimento real do canal radicular quando introduzido um instrumento desde a embocadura até a saída foraminal. Concluíram que a saída foraminal de localização bastante variável, raramente coincide com o vértice anatômico e esta distância está localizada entre 0,5 a 1mm do ápice radiográfico.

VERTUCCI, em 1984 investigou a anatomia do sistema de canais radiculares de 2.400 dentes pelo método de diafanização. Os espécimes foram analisados por meio de microscópio de dissecção e classificados em oito tipos:

- Tipo I Um único canal se estende da câmara pulpar até o ápice;
- Tipo II Dois canais deixam a câmara pulpar e se juntam próximo ao ápice para formar um único canal;
- Tipo III Um único canal deixa a câmara pulpar, divide em dois dentro da raiz,
 e então se fundem para terminar como um canal;
- Tipo IV Dois canais separados e distintos se estendem da câmara pulpar até o ápice;

- Tipo V Um único canal deixa a câmara pulpar e se divide em dois canais com forames apicais separados;
- Tipo VI Dois canais separados deixam a câmara pulpar, fundem-se no corpo da raiz e redivide-se próximo ao ápice para terminar como dois distintos canais;
- Tipo VII Um único canal deixa a câmara pulpar, divide-se em dois canais, que posteriormente se fundem no terço médio da raiz e finalmente redivide-se em dois distintos canais próximo ao ápice;
- Tipo VIII Três canais separados se estendem desde a câmara pulpar até o ápice.

WELLER, NIEMCZYK, KIM, em 1995 trataram endodônticamente 1.134 molares superiores, sendo 835 primeiros molares e 299 segundos molares. Foram realizados exames radiográficos para comprovarem a obturação. Nos primeiros molares quatro canais foram encontrados e tratados em 39% dos casos e nos segundos molares foram 21,4%. Este estudo indica que as propostas anteriores para modificar as preparações de acesso e para examinar cuidadosamente a ranhura que se estende do canal mésio-vestibular, resultam num claro aumento do quarto canal a ser localizado e tratado.

GILLES, READER, em 1990 examinaram 58 molares superiores, sendo 21 primeiros molares e 37 segundos molares. As raízes mesiais foram removidas ao nível da região de furca. Com a ajuda de um microscópio óptico, o orifício do canal mésio-palatino foi localizado. Após esta etapa, foi realizado a magnificação das aberturas dos orifícios e medido o centro do orifício mésio-vestibular até o centro do orifício mésio-palatino. O diâmetro de cada canal mésio-palatino foi medido e incluído a maior largura do orifício. Realizaram também a magnificação perpendicular ao orifício da raíz mesial e foram encontrados canais tipo II e III. Os canais foram corados com tinta nanquim e descalcificados. Encontraram dois canais em 90% das raízes mesiais dos primeiros molares superiores e 70% nos segundos molares; os canais com classificação tipo III foram encontrados em 33% nos primeiros molares e em 35% nos segundos molares; 81% dos primeiros molares e 59% dos segundos orifícios nos primeiros molares foi de 0,49 mm; para os segundos molares foi de 0,42 mm; a média da distância entre o orifício mésio-vestibular e mésio-palatino foi de 2,31mm nos primeiros molares e 2,06 mm nos segundos molares.

ESKOZ, WEINE, em 1995 avaliaram 73 molares superiores, sendo todos segundos molares. As raízes, distal e palatina foram removidas e descartadas. Foram realizados exames radiográficos no sentido vestíbulo-palatino e mésio-distal. As amostras foram instrumentadas e realizados novos exames radiográficos e os grupos foram divididos de acordo com a classificação de Weine, sendo que, 91,8% possuíam três raízes e 8,2% duas raízes as quais foram classificadas como: tipo I (59,7%); tipo II (20,9%); tipo III (16,4%) e tipo IV (3%).

PEIKOFF, CHRISTIE, FOGEL, em 1996 analisaram 520 segundos molares superiores, os quais foram tratados endodônticamente e foram radiografados. Concluíram que 56,9% possuíam três canais independentes, estando um segundo canal radicular presente na raiz mesial em apenas 22,7% dos casos. Puderam observar até seis variações anatômicas neste estudo, dentre elas, duas raízes palatinas com dois canais distintos que estavam presentes em 1,4%. As variações morfológicas dos sistemas de canais radiculares encontradas neste estudo foram:

- a) Três raízes separadas, mésio-vestibular , disto-vestibular e palatina, com um canal radicular em cada raiz.;
- Três raízes separadas, com um canal disto-vestibular e palatino, e dois canais mésio-vestibulares;
- c) Semelhante à primeira variação, com exceção de que o canal mésio-vestibular e disto-vestibular se unem na região apical, resultando no mesmo ápice (tipo II de Weine);
- d) Duas raízes separadas, sendo uma vestibular e outra palatina;
- e) quatro raízes separadas com um canal mésio-vestibular, um disto-vestibular e dois canais palatinos, um denominado de palatino-mesial e outro denominado palatino-distal. Variações que incluem número de raízes na anatomia de segundos molares superiores, foram mais frequentes neste estudo quando comparado a estudos anteriores.

IMURA et al., em 1998 estudaram 72 molares superiores extraídos e tratados endodônticamente, com o propósito de avaliar: a) a presença do canal mésio-palatino; b) a extensão do canal mésio-palatino; c) a incidência de duas foraminas neste mesmo canal. Os autores observaram que 52,3% dos primeiros molares e 40% dos segundos tiveram seus canais mésio-palatino obturados e posteriormente as amostras foram descalcificadas. As

análises foram realizadas antes e após essa descalcificação, obtendo os seguintes resultados: a) Dos 42 primeiros molares, 52,3% apresentaram o canal mésio-palatino e dos 30 segundos molares 40%, sendo que após a descalcificação, esses valores subiram para 80,9% e 66,6% respectivamente; b) 35,2% dos primeiros molares e 35% dos segundos molares, estendiam seus canais mésio-palatinos até o forame apical e que após a descalcificação, esse valor foi para 91,1% para primeiros molares e 90% para segundos molares; c) Para os primeiros molares superiores a incidência de duas foraminas foi de 47% e após a descalcificação foi de 88,2%; nos segundos molares foi de 50% e posteriormente 70% respectivamente.

SEMPIRA, HARTWELL, em 2000 avaliaram 200 molares superiores com o propósito de encontrarem dois canais na raiz mésio-vestibular, sendo 130 primeiros molares e 70 segundos molares. Foi realizado o tratamento endodôntico com o auxílio de um microscópio óptico e os canais mésio-palatinos foram incluídos neste estudo, desde que a obturação estivesse 4 mm aquém do ápice. Dos 130 primeiros molares, 33,1% tiveram seus canais mésio-palatinos instrumentados e dos 70 segundos molares, 24,3%. O autor afirma que o microscópio não aumentou significativamente o número de canais encontrados.

NG et al., em 2001 estudaram a anatomia de 239 molares superiores, injetando tinta de nanquim no sistema de canais radiculares e posteriormente descalcificação. A anatomia do sistema de canais radiculares foi observada por magnificação de 3 vezes. Encontraram dois canais na raiz mésio-vestibular de primeiros, segundo e terceiros molares superiores sendo 67,8%, 48,1%, 38,9% respectivamente. As classificações foram baseadas nas classificações de Vertucci, estando o tipo II presente em 25,6% dos primeiros molares, 18,2% dos segundos molares e 11,1% dos terceiros molares. O tipo IV esteve presente em 33,3% dos primeiros molares, 15,6% dos segundos molares e 22,2% dos terceiros molares. Encontraram sete classificações adicionais sendo estas:

- Canal tipo 1-3-1: Um canal deixa a câmara pulpar, se divide em três canais, terminando em forame único.
- Canal tipo 2-1-2-1: Dois canais deixam a câmara pulpar, se unem, redividem, terminando em forame único.
- Canal tipo 4-1: Quatro canais deixam a câmara pulpar, se fundem terminando em forame único.
- Canal tipo 3-2: Três canais deixam a câmara pulpar, terminando em dois

forames.

- Canal tipo 2-3: Dois canais deixam a câmara pulpar, terminando em três forames.
- Canal tipo 3-4: Quatro canais deixam a câmara pulpar, terminando em quatro forames.
- Canal tipo 4: Quatro canais deixam a câmara pulpar, seguindo em direção apical para terminarem em quatro forames.

SERT, BAYIRLI, em 2004 definiram novas classificações morfológicas adicionais à de Vertucci, analisaram 2.800 dentes pelo método da descalcificação. Os dentes foram divididos em sete grupos, com cem dentes em cada, de acordo com a classe dental e as amostras foram coradas e descalcificadas. Durante a avaliação das amostras, a classificação de Vertucci foi tomada como referência principal e as formas adicionais dos canais foram avaliadas e levadas em conta. Foi identificado quatorze classificações adicionais para todos os grupos dentais e dentre estas as de molares superiores estão descritas abaixo:

- Canal Tipo 1-2-3-2-1-3: Um único canal deixa a câmara pulpar, se divide, redivide formando três canais, dois se unem restando dois canais, unem-se novamente, terminando em três forames.
- Canal Tipo 1-3-4-1: Um único canal deixa a câmara pulpar, se divide em três canais, redivide formando quatro canais, terminando em forame único.
- Canal Tipo 1-2-4-2: Um único canal deixa a câmara pulpar, divide-se formando dois canais, redividem formando quatro canais, terminando em dois forames.
- Canal Tipo 1-3-1-2: Um canal deixa a câmara pulpar se divide em três canais, se unificam, terminando em dois forames.
- Canal Tipo 1-2-4-3-1: Um único canal deixa a câmara pulpar, se separa em dois, redividem em quatro canais, dois se unem restando três canais, terminando em forame único.
- Canal Tipo 1-2-3-1: Um único canal deixa a câmara pulpar, se divide formando dois canais, um deles se redivide formando três canais, terminando em forame único.
- Canal Tipo 1-2-3-2-1: Um único canal deixa a câmara pulpar, se divide

- formando dois canais, um deles se redivide formando três canais, dois se unem ficando dois canais, terminando em forame único.
- Canal Tipo 1-2-3-2: Um único canal deixa a câmara pulpar, se divide em dois canais, um deles se redivide formando três canais, terminando em dois forames.
- Canal Tipo 2-3-2: Dois canais deixam a câmara pulpar, dividem-se em três, unindo-se posteriormente para terminar em dois forames.
- Canal Tipo 2-1: Dois canais deixam a câmara pulpar, terminando em forame único.
- Canal Tipo 3-2-1: Três canais deixam a câmara pulpar, dois se unem, restando dois canais, terminando em forame único.
- Canal Tipo 2-3-2-1-2: Dois canais deixam a câmara pulpar, dividem-se em três canais, dois canais se unem no terço médio, continuando como dois canais, se unem novamente para ficar um único canal, terminando em dois forames.
- Canal Tipo 2-3-1-3-1-4: Dois canais deixam a câmara pulpar, dividem-se em três canais, se unificam formando um único canal, redivide em três canais, se unificam novamente, terminando em quatro forames.
- Canal Tipo 3-2-1: Três canais deixam a câmara pulpar, dois se unificam, terminando em forame único.
- Canal Tipo 2-3-2-1-2: Dois canais deixam a câmara pulpar, se dividem em três, sendo que posteriormente dois se fundem para formar um único canal, voltando a serem dois canais separados, que novamente se unem em um único canal no terço médio, que volta a se separar na região apical em dois canais, terminando em forames separados.
- Canal Tipo 2-3-1-3-1-4: Dois canais deixam a câmara pulpar, se dividem em três, os quais se fundem em um único canal voltando a se dividir em três canais novamente no terço médio, se unem formando apenas um canal e terminando em quatro forames.

WOLCOTT et al., em 2005 Afim de estudarem a incidência de dois canais na raiz mesial com uma magnificação de 3.5X, avaliaram 5.216 molares superiores, dos quais 3.578 eram primeiros molares e 2.038 segundos molares, que após serem tratados endodônticamente, encontrou-se o canal mésio-palatino em 60% dos primeiros molares e

35% nos segundos molares. Quando foi realizado o retratamento endodôntico desses mesmos dentes, a presença do quarto canal na raiz mesial dos primeiros molares subiu para 66% e nos segundos molares para 40%. Segundo o autor, a incapacidade de localizar e tratar o canal mésio- palatino irá diminuir o prognóstico a longo prazo.

RWENYONYI et al., em 2007 selecionaram 221 primeiros molares superiores e 221 segundos molares da população de Uganda. Os canais radiculares foram corados com tinta nanquim e descalcificados. Foram observados por meio de uma lente com magnificação de 3X e concluíram que: a) a fusão da raiz mesial foi mais frequente nos segundos molares; b) raízes distintas foram encontradas nos primeiros e segundos molares, 95,9% e 86% respectivamente; c) na raiz mesial de acordo com a classificação tipo I, foi encontrada em 75,1% dos primeiros molares e 86,9% nos segundos molares; o tipo II esteve presente em 4,1% dos primeiros molares e nos segundos 1,8%; no tipo IV foi 11,3% para primeiros molares e 6,7% nos segundos; o tipo VI para os primeiros molares foi de 1,4% e para os segundos foi 1,8; d) observaram também que na região apical das raízes mesiais havia grande quantidade de deltas apicais quando comparados às demais raízes.

DEGERNESS, BOWLES, em 2010 selecionaram 153 dentes, 90 primeiros molares e 63 segundos molares. As raízes distal e palatinas foram descartadas, seccionaram as raízes mésio-vestibulares em fatias de 1 mm de espessura, desde o ápice até a região cervical. As análises foram realizadas em estereomicroscópio. Os istmos foram classificados da seguinte forma: a) Tipo I: até três canais com forma ovóides ligeiramente arredondados; b) Tipo II: dois canais principais bem arredondados estando quase fundidos sendo esta classificação denominada de istmo incompleto; c) Tipo III: semelhante ao tipo II, aparecendo um canal no terço final da raiz; d) Tipo IV: um ou dois canais caracterizados por um canal em forma de lágrima; e) Tipo V: caracterizado pelo istmo completo. Observaram que nos últimos 0,5mm apicais não havia presença de canais, sendo que estes podem sair aquém do ápice anatômico. O canal mésio-palatino estava presente nos primeiros molares em 79,8% dos casos e nos segundos molares 60,3%; a distância entre a borda do canal mésio-vestibular até a borda do canal mésio-palatino está entre 10,5 a 12 mm do ápice; a distância média dos canais mésiovestibular e mésio-palatino para os primeiros molares foi de 1,2 mm e para os segundos molares 1,78 mm; os istmos estavam presentes desde a porção cervical até 3,6 mm aquém do ápice.

SERT et al., em 2011 analisaram 2016 molares superiores e inferiores por meio do método de descalcificação. Encontraram 93% dos primeiros molares superiores com três canais, 6,5% com dois canais e 0,5% com quatro canais. Para os segundos molares superiores encontraram 91,3% com 3 canais, 39,7% com quatro canais, 6,7% dois canais e 2% tinham raiz única. Para os terceiros molares superiores 34% tinham 3 raízes e 41% tinham três canais e para os terceiros molares inferiores 69,2% tinham duas raízes e dois canais. Quatro novas classificações foram encontradas neste estudo, sendo estas:

- Canal tipo 3-1-2-1-2 (primeiro molar inferior): Três canais deixam a câmara pulpar, se fundem no terço médio da raiz, continuam como dois canais, em seguida, se unem novamente, terminando em dois forames.
- Canal tipo 2-3-4-2 (primeiro molar inferior): Dois canais deixam a câmara pulpar, se dividem formando três canais, redividem foramando quatro canais, terminando em dois forames.
- Canal tipo 3-1-2 (primeiro molar inferior): Três canais deixam a câmara pulpar, fundem-se no terço médio, terminando em dois forames distintos.
- Canal tipo 2-5-1 (terceiro molar inferior): Dois canais deixam a câmara pulpar, se dividem, formando cinco canais e terminam em um único forame apical.

Com o intuito de obterem uma imagem tridimensional dos sistema de canais radiculares, NEELAKANTAN et al., em 2010 optaram em analisar através da Tomografia Computadorizada tipo ConeBean (CBCT), 425 molares superiores de uma população de indianos, sendo 220 primeiros molares e 205 segundos molares. As amostras foram digitalizadas, podendo ser analisadas no sentido transversal e longitudinal e foram classificadas de acordo com Vertucci. A morfologia mais comum foi de três raízes separadas, 96,8% para os primeiros molares e 93,1% para os segundos. Para as raízes mesiais a classificação mais comum foi do tipo I (51,8%), seguido do tipo IV (38,6%). Quatro tipos de canais adicionais foram identificados nos primeiros e segundos molares com estas configurações: 2-1-2-1; 2-3; 3-2 e 3-1. Nos primeiros molares com raiz única, segundo a classificação de Vertucci, a incidência do tipo I e tipo V foi igual (0,5%) e para os segundos molares foi o tipo III. Os canais mésio-palatinos apresentaram classificações de Vertucci tipo I, II, III, V e tipo 3-1. As raízes palatinas dos primeiros e segundos molares obtiveram a classificação do tipo I (88,1% e 87,8%, respectivamente). Os canais mésio-palatino e distovestibular de molares com quatro raízes foram mais prevalentes para a classificação tipo I. O número de raízes e a morfologia dos canais de molares superiores de indianos mostraram-se diferentes dos estudos encontrados em caucasianos.

ZHANG et al., em 2011 realizaram exames, utilizando a metodologia de CBCT em 269 pacientes. Foram utilizados 509 molares superiores, sendo 299 primeiros molares e 210 segundos molares. As imagens foram analisadas e classificadas de acordo com a classificação de Vertucci. Todos os primeiros molares apresentaram três raízes separadas, nos segundos molares esse valor foi variável, tendo 10% uma única raiz, 9% duas raízes e 82% raízes separadas. Nos primeiros molares o canal mésio-palatino estava presente em 52% dos casos; nos segundos molares em 22% das amostras. Quanto às variações encontradas e quanto a morfologia do sistema de canais radiculares que não estavam na classificação de Vertucci, o autor as denominou da seguinte forma:

- Variante 1: Três raízes separadas, mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina, com um canal em cada raiz;
- Variante 2: Três raízes separadas, com um canal em cada uma das raízes distovestibular e palatina e dois canais na raiz mésio-vestibular.
- Variante 3: Duas raízes separadas, vestibular e palatina, sendo um canal em cada raiz.
- Variante 4: Duas raízes separadas, uma mesial e uma distal e com um canal em cada raiz.
- Variante 5: Uma raiz com um único canal.
- Variante 6: Uma raiz com dois canais.
- Variante 7: Uma raiz com três canais.
- Variante 8: Três raízes separadas, com um canal na raiz mésio-vestibular e raiz palatina e dois canais na raiz disto-vestibular.

Nos primeiros molares, 48% eram variante I e 52% variante II. Quando analisadas de acordo com a classificação de Vertucci, os primeiros molares foram classificados em tipo II (14%); tipo IV (70%) e tipo V (16%) para os segundos molares foram de: tipo II (18%); tipo IV (58%); tipo V (21%) e tipo VI (3%). Dos 45 pacientes que tinham ambos os dentes bilateralmente, 84% apresentaram semelhança na morfologia da raiz e do sistema de canais radiculares; quando um canal mésio-palatino estava presente em um molar superior,

verificou-se também que o mesmo estava presente no molar do lado oposto.

LEE et al., em 2011, com o intuito de identificarem as raízes e a morfologia dos canais radiculares de molares superiores por meio da CBCT, analisaram 458 primeiros molares superiores e 467 segundos molares superiores de 276 pacientes Coreanos. A idade média dos pacientes foi de 37 anos de idade, variando entre 18 e 76 anos. Para o primeiro molar superior, 200 dos indivíduos tinham molares bilaterais, 58 destes apresentavam molares unilaterais e 18 não apresentaram. Para o segundo molar, 206 dos indivíduos tinham molares bilaterais, 55 destes apresentaram molares unilaterais, e 15 não apresentaram. Nos primeiros molares a presença na raiz mesial de dois canais foi de 70,5%, um canal foi de 28,2% e três canais foi de 1,3%. Para os segundos molares 57,8% apresentaram um canal, 41,6% dois canais e 0,6% três canais. Nas raízes com dois canais mesiais, a classificação mais prevalente foi o tipo II. Pode-se afirmar que a frequência de canais mésio-palatino diminuiu com a idade, em ambos os molares superiores e houve uma relação significativa entre o sexo e a incidência do canal mésio-palatino.

KIM, LEE e WOO, em 2012, ainda utilizando o método de CBCT, utilizaram oitocentos e quatorze primeiros molares e 821 segundos molares de 415 pacientes Coreanos. Após o escaneamento a classificação das raízes foi realizada de acordo com Vertucci. A morfologia mais comum foi de três raízes separadas nos primeiros (97,91%) e segundos molares (74,79%). A incidência de variações de morfologia na raiz foi maior nos segundos molares superiores do que nos primeiros molares superiores. Foram identificadas raízes adicionais nos segundos molares (0,49%), enquanto que nenhum dos primeiros molares tinham 4 raízes. Essas raízes adicionais foram encontradas na raiz mésio-vestibular (0,24%). As configurações dos canais dos primeiros e segundos molares superiores foram analisadas de acordo com a classificação de Vertucci. Dentes com todas as raízes fundidas foram excluídos por causa da dificuldade em classificar as raízes e canais. Em 802 primeiros molares, foram encontrados canais adicionais na raiz mésio-vestibular em 63,59% dos casos e na raiz distal 1,25%. Cinco canais foram identificados em onze dos primeiros molares (1,35%), destes, um molar apresentou três canais na raiz mésio-vestibular, um canal adicional na raiz distovestibular e outro na raiz palatina (0,12%), os demais apresentaram dois canais na raiz mésiovestibular e dois canais na raiz disto-vestibular e um canal na raiz palatina (1,23%). Dos 660 segundos molares superiores, foram encontrados canais adicionais na raiz mésio-vestibular de 227 molares (34,39%), na raiz distal 0,30% e na raiz palatina 1,82%.

HAN et al., em 2012 estudaram a raiz distal dos segundos molares superiores e analisaram 816 molares de 408 pacientes Chineses. Foi realizado o escaneamento por meio da CBCT, registrando: a) o número de canais presentes; b) a distância entre o orifício do canal mésio-vestibular e disto-vestibular, c) distância do orifício disto-vestibular e palatino; d) o ângulo formado entre os orifícios mésio-vestibular, disto-vestibular e palatino. Os dentes com três e quatro canais tiveram suas imagem avaliadas ao nível do orifício do canal radicular por axial. Os resultados foram: a) três canais radiculares (57,48%), o canal mésio-palatino esteve presente em 36,03%, dois canais em 6,37% e cinco canais em 0,12%; b) a distância entre o orifício mésio-vestibular e disto-vestibular foi de 0,7 a 4,8mm; c) distância do orifício disto-vestibular e palatino foi de 0,8 a 6,7mm e o ângulo entre os orifícios variou de 69,4° a 174,7°. A posição do orifício da raiz disto-vestibular dos segundos molares superiores com três ou quatro canais radiculares foi variável. Há grande probabilidade de que o orifício do canal da raiz disto-vestibular pode ser de difícil localização.

Neste mesmo ano BLATTNER et al., em 2010, avaliaram a capacidade da CBCT, em detectar a presença de um segundo canal na raiz mésio-vestibular de vinte molares superiores. Comparam: técnica radiográfica periapical x CBCT x seccionamento das raízes. Na secção das amostras, o canal mésio-palatino foi encontrado em 68,4% da raiz mésio-vestibular e a análise em CBCT identificou 57,9%. Os resultados mostraram que a tomografia computadorizada foi um método eficaz também para este estudo.

Ainda com relação ao método da CBCT, REIS em 2013, investigaram a presença de um segundo canal na raiz mésio-vestibular em diferentes terços da raiz. Foram utilizados cem pacientes, totalizando 343 molares superiores, 158 primeiros molares e 185 segundos molares. Para a divisão da raiz em terços, mediu-se a porção apical e cervical obtida nas imagens e depois na metade, ficando terço coronal, médio e apical. A presença do canal mésio-palatino foi de 88,5% nos primeiros molares e de 88,4% para os segundos. Os canais mésio-palatinos foram mais prevalentes no terço médio e apical do que no terço coronal. A prevalência desse segundo canal diminui no terço apical e com o aumento da idade.

Em contraste com estas técnicas mais antigas, pesquisas mais recentes têm utilizado a microCT, afim de detalhar o sistema de canais radiculares. PARK et al., em 2009 avaliaram 46 molares superiores extraídos de pacientes Coreanos. Desses, 65,2% apresentaram dois canais na raiz mésio-vestibular, 28,3% apresentaram somente um canal; as classificações de Vertucci mais comum para a raiz mesial segundo o autor foram: tipo III- 37,0%, seguido do

tipo I- 28,3%, tipo II- 17,4%, tipo IV- 10,9% e tipo V- 6,5%.

VERMA e LOVE em 2011 utilizaram o método da microCT para escanear 20 raízes mesiais de primeiros molares superiores, dessas, 90% apresentaram dois canais radiculares. Analisaram também a quantidade de forames apicais e canais acessórios, e concluíram que 17 raízes apresentaram dois forames e canais acessórios no terço apical. Segundo a classificação de Vertucci o que foi mais prevalente foi o tipo III, seguido do tipo IV e VI. Encontraram ainda, seis classificações que não se enquadraram em nenhuma das já existentes.

VILLAS-BOAS et al., em 2011 estudaram 60 molares inferiores, que foram escaneados no microCT e medido o diâmetro maior (vestíbulo-lingual) e (menor mésio-distal) dos canais radiculares nos níveis de 1 a 4 mm apicais. Para confirmar a precisão das mensurações no microCT, utilizou-se no interior dos canais radiculares, um instrumento rotatório compatível com o calibre radicular obtido e observados por meio de um estereomicroscópio comparado-se os valores. Não foram encontradas diferenças de medidas para o estereomicroscópio e microCT.

GU et al., em 2011 analizaram por meio da microCT 101 primeiros molares superiores. Encontraram múltiplos canais em 76,2% das raízes, as classificações mais prevalentes para essas raízes foram: 24 raízes (23,8%) tipo I de Vertucci (Weine tipo I), 14 raízes (13,9%) tipo II de Vertucci (Weine tipo II), 6 raízes (5,9%) tipo III de Vertucci, 15 raízes (14,9%) tipo IV de Vertucci (Weine tipo III), 9 raízes (8,9%) tipo V de Vertucci (Weine tipo IV), 11 raízes (10,9%) tipo VI de Vertucci, 4 raízes (3,9%) tipo VII de Vertucci e 1 raiz (0,9%) tipo VIII de Vertucci. Utilizaram também as classificações adicionais sugeridas por (NG et al., 2001), tipo 2-3 (2%), tipo 3-2 (2%) e tipo 2-1-2-1 (2%). Onze raízes mostraram seis novos tipos de classificações que não foram anteriormente relatadas, sendo estas:

- Canal tipo 2-1-3: Dois canais deixam a câmara pulpar, se unem no terço médio, terminando em três forames distintos.
- Canal tipo 3-2-1: Três canais deixam a câmara pulpar, dois destes se unem, terminando em forame único
- Canal tipo 2-1-2-1-2: Dois canais deixam a câmara pulpar, se unem, redivide novamente, se unem, terminando em dois forames separados.
- Canal tipo 1-2-1-3: Um canal deixa a câmara pulpar, se divide em dois canais,

- volta a ser um canal, terminando em três forames.
- Canal tipo 3-2-1-2-1: Três canais deixam a câmara pulpar, dois destes se unem, se tornam canal único no terço médio, dividem-se novamente, terminando em forame único.
- Canal tipo 1-2-1-2-1: Um canal deixa a câmara pulpar, se divide em dois canais, volta a ser um canal, se redivide, terminando em um único forame.

Nos estudos de SPAGNUOLO et al., em 2012, analisaram por meio do microCT 22 primeiros molares superiores, os resultados mostram que 77,27% das raízes mesiais apresentaram dois canais e 29,41% apresentaram um canal. Este estudo também encontrou a presença de canais secundários em 33,33% das raízes.

KIM et al., em 2012 estudaram a anatomia de 154 primeiros molares superiores por meio da microCT. Para classificar a anatomia encontrada utilizaram a classificação de Vertucci e Weine, para as classificações que não se encaixavam nas citadas acima, foram categorizadas como não classificáveis. Das raízes mésio-vestibulares 94 apresentaram 2 canais (73,4%). Segundo a classificação de Weine o tipo que mais predominou foi o tipo III-32,8%, seguida do tipo II-23%, tipo IV-15%. Quando utilizaram a classificação de Vertucci o tipo que mais predominou foi o tipo II-23%, para o tipo IV-19,5%, para o tipo VI-13,3%, tipo III-10,6%, tipo V-9,7%, tipo VII-5,3% e tipo VIII-0,9%. Não encontraram classificação existente para algumas raízes sendo estas:

- Canal tipo 1-3: Um canal deixa a câmara pulpar, terminando em três forames distintos.
- Canal tipo 2-3-2-3-2: Dois canais deixam a câmara pulpar, um destes se divide ficando três canais, dois se unem no terço médio, um deles se redivide formando três canais novamente, terminando em dois forames.
- Canal tipo 2-3-4-3-2: Dois canais deixam a câmara pulpar, se dividem formando três, redivide formando quatro canais, dois destes se unem formando somente três, para terminarem em dois forames distintos.

Os autores afirmam que é necessário adicionar as classificações encontradas acima às classificações já existentes na literatura.

Diante da escassez na literatura de trabalhos que fazem uso da microCT para análise da morfologia interna de segundos molares superiores identificando todas as suas características, principalmente do segundo canal na raiz mésio-vestibular, achou-se oportuno sugerir que novos estudos sejam conduzidos com o intuito de definir qual a forma de nos certificarmos com exatidão das reais características da raiz mésio-vestibular de segundos molares superiores.

3 Proposição

3 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar por meio da microtomografia computadorizada (microCT), a anatomia do sistema de canais radiculares de segundos molares superiores. Foram avaliadas as raízes mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina nos seguintes parâmetros:

- 3.1 A prevalência dos tipos anatômicos de Vertucci
- 3.2 O diâmetro maior (V-P) e menor (M-B) das raízes mésio-vestibular.
- 3.3 A prevalência de ramificações no terço apical.
- 3.4 A área do canal radicular.

4 Material e Métodos

4 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto do presente trabalho foi encaminhado e "aprovado" junto ao Comitê de Ética e Pesquisa da FOB-USP, sob o protocolo nº 02210112.5.0000.5417 (Anexo 1).

4.1 Seleção da amostra

Selecionou-se para esse estudo 100 segundos molares superiores extraídos com indicação terapêutica, com ápices completamente desenvolvidos e que não tenham sido tratados endodônticamente. As amostras foram conservadas em formalina (solução de formol a 10%). Todos os dentes foram radiografados por meio de um aparelho de raio-X odontológico modelo Heliodent (Siemens, Malvern, PA) com 60 kVp, 10 mA e 0.4 segundos de exposição, para a visualização dos condutos radiculares. Para cada tomada radiográfica foram utilizados filmes radiográficos Insight (Kodak). Dentes com raízes supranumerárias, fusionadas, com rizogênese incompleta, tratamento endodôntico anterior, reabsorções e fraturas radiculares foram descartados. Os dentes foram limpos utilizando-se curetas periodontais e ultrassom (Jetsonic Quatro; Gnatus, Ribeirão Preto, SP, Brasil) para a remoção de restos de tecidos e cálculos dentais.

4.2 Análise microtomográfica

Para a obtenção das imagens e dados morfométricos, utilizou-se o microtomógrafo SkyScan modelo 1174 (SkyScan, Kontich, Bélgica) (Figura 1), do Departamento de Dentística, Endodontia e Materiais odontológicos - FOB/USP.



Figura 1. Microtomógrafo SkyScan modelo 1174 (SkyScan, Kontich, Bélgica).

O aparelho SkyScan 1174 é composto por um tubo de raios-X de microfoco com fonte de alta tensão (50 kV, 800 μA), um detector baseado em uma câmera-CCD (Charge Coupled Device) especial de raio-X, de 1.3 Megapixel (1024 x 1304 pixels), ligado a um sensor-CCD, conectados a um computador Dell (Dell, Precision T5500, Polônia) e um processador Dual Intel Xeon 3.0GHz (512KB cache), 400MHz system bus, 6GB PC800 RAM, 1.8TB HD. Este computador foi utilizado para a aquisição dos dados e a reconstrução das imagens tomográficas (Figura 2). Acompanha o aparelho, um software que controla todo o sistema e capta as imagens radiográficas, e um outro software para a reconstrução das imagens adquiridas.

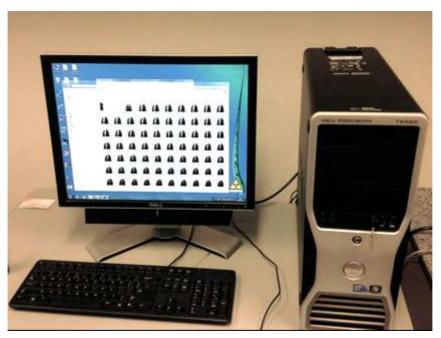


Figura 2. Computador utilizado para a aquisição e reconstrução das imagens radiográficas (Dell, Precision T5500, Polônia).

Antes do procedimento de escaneamento dos espécimes, foram utilizados recursos de correção geométrica e do campo de aquisição (*flash-field correction*). Foi utilizado um filtro de alumínio de 1 mm de espessura, posicionado à frente da fonte de raio- X.

Os dentes foram inseridos em bases de cera utilidade e acoplados individualmente a uma base metálica e esta firmemente fixada à mesa giratória, por meio de um parafuso de controle manual, que possibilitou o seu posicionamento de forma perpendicular em relação à fonte de radiação durante o escaneamento, reduzindo-se assim a possibilidade de movimentação durante a captura da imagem (Figura 3).



Figura 3. Posicionamento do espécime no interior da câmara do microtomógrafo.

Após o fechamento do compartimento de escaneamento, a fonte de raios-x foi acionada por meio do botão de energia na barra de ferramentas do Programa de Controle SkyScan 1174 (Figura 4A). Depois do processo de *aging*, que corresponde ao préaquecimento do tubo de raios- X, verificou-se a correta posição do espécime com auxílio da ferramenta *Video Image* (Figura 4B).



Figura 4. Barra de ferramentas do Programa de Controle SkyScan 1174. Botão de energia (**A**) e Video Image (**B**).

As imagens prévias foram rotacionadas através da ferramenta barra de rotação para analisar se estavam completamente alinhadas dentro das dimensões corretas por meio do ícone *Scanning options*, sendo as imagens obtidas arquivadas no formato TIFF com resolução de pixel de 19,7 µm (Figura 5).

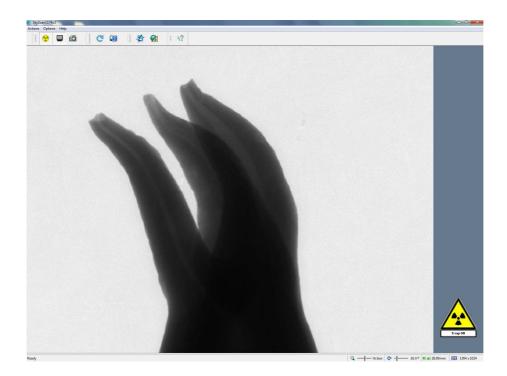


Figura 5. Imagem prévia da amostra a ser escaneada no Programa SkyScan 1174.

4.3 Escaneamento das imagens

Após a verificação do alinhamento das imagens, iniciou-se a aquisição das projeções do espécime, que consistem em um grupo de imagens radiográficas, tomadas em angulações distintas a cada 0.7° , totalizando uma rotação de 180° . Cada espécime foi escaneado em aproximadamente 1 hora e 30 minutos. O detalhamento dos parâmetros de aquisição das projeções dos espécimes está disposto no Anexo 2. As imagens geradas foram arquivadas num formato TIFF, totalizando 658 imagens bidimensionais de cada amostra, salvas em um disco rígido.

4.4 Reconstrução tridimensional

Após a obtenção das imagens, foi realizada a reconstrução tridimensional, a qual foi feita a partir das imagens em diferentes projeções angulares por meio do algoritmo de

reconstrução de feixe cônico de Feldkamp modificado, usando o programa NRecon (SkyScan, Kontich, Bélgica).

Nesta etapa, foi aplicada a redução de artefatos (*Ring Artifact*) no valor de 10 (escala de 0-20), a suavização da imagem (*Smoothing*) no valor de 2 (escala de 0 a 10) e com o histograma de contraste variando de 0,00 (valor mínimo) a 0,13 (valor máximo). As imagens reconstruídas em secções transversais foram salvas em formato de arquivo BMP. Os parâmetros de reconstrução das secções transversais das amostras estão no Anexo 3.

4.5 Processamento e análise das imagens

Após a reconstrução tridimensional, realizou-se o processamento e análise das imagens com auxílio do programa CTAn (SkyScan, Kontich, Bélgica). O primeiro passo realizado foi a visualização da imagem no ícone *regions of interest* e foi delimitada a região circular do canal radicular (ROI) através da ferramenta *polygonal ROI* desde a junção cemento-esmalte (JCE) demarcada no *set the top of selection*, assim como até o ápice, demarcado no *set the botton of selection* (figura 6).

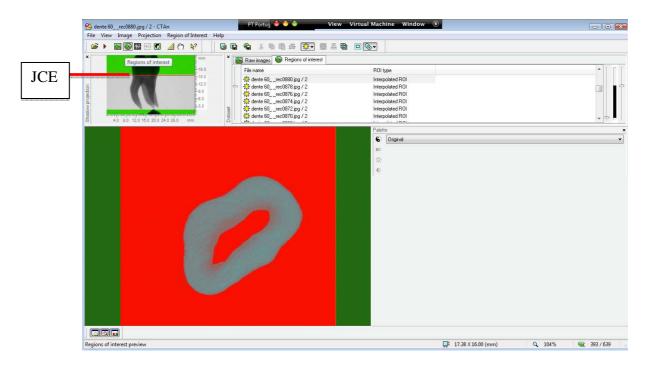


Figura 6. Representação esquemática da análise quantitativa tridimensional. **(A)** amostra reconstruída no Programa CTan, demonstrando a junção cemento-esmalte que marca o início da análise.

O segundo passo foi a binarização da imagem, ou seja, definição da imagem entre o branco e o preto, através da ferramenta *binary images* (figura 7) a qual foi obtida de forma interativa, separando os segmentos que correspondem a dentina e o canal radicular. Nesta etapa foi possível dividir a imagem em regiões, reconhecendo-as como objetos independentes. Obteve-se, assim, uma imagem binária de *pixels* pretos e brancos, onde o objeto a ser analisado está em branco, mostrando a imagem representativa do canal radicular.

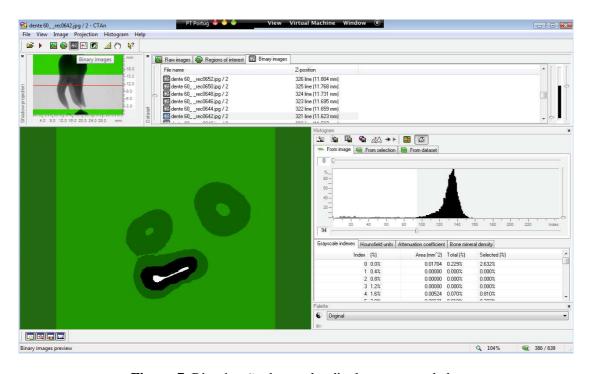


Figura 7. Binarização do canal radicular a ser estudado.

O terceiro passo foi criar o modelo tridimensional do canal radicular através da ferramenta *create 3-D model*. Os passos seguintes foram realizados apenas quando as raízes apresentavam-se retas e desta forma o quarto passo foi delimitar o *set the botton of selection* a partir de onde se inicia o fechamento do forame apical se estendendo até a JCE. O quinto passo foi medir o diâmetro menor (mésio-distal) e o diâmetro maior (vestíbulo-lingual) através da ferramenta *measure tool* nos primeiros 5mm apicais. Foi medido também em cada fatia o diâmetro total dos forames através da ferramenta *processed images*.

Quando as raízes apresentavam curvaturas, as medidas do diâmetro menor (M-D) e maior (V-P) foram avaliadas através do programa DataViewer (SkyScan, Kontich, Bélgica) que permite alinhar o eixo do canal no intuito de obter medidas perpendiculares à luz do canal. Este programa se aplicou também na avaliação e contagem dos canais principais e secundários.

4.6 Avaliação da morfologia interna

As imagens obtidas de cada espécime foi avaliada e teve seu sistema de canais radiculares classificado de acordo com a classificação de Vertucci (1984), Figura 8.

- Tipo I Um único canal se estende da câmara pulpar até o ápice;
- Tipo II Dois canais deixam a câmara pulpar e se juntam próximo ao ápice para formar um único canal;
- Tipo III Um único canal deixa a câmara pulpar, divide em dois dentro da raiz, e então se fundem para terminar como um canal;
- Tipo IV Dois canais separados e distintos se estendem da câmara pulpar até o ápice;
- Tipo V Um único canal deixa a câmara pulpar e se divide em dois canais com forames apicais separados;
- Tipo VI Dois canais separados deixam a câmara pulpar, fundem-se no corpo da raiz e redivide-se próximo ao ápice para terminar como dois distintos canais;
- Tipo VII Um único canal deixa a câmara pulpar, divide-se em dois canais, que posteriormente se fundem no terço médio da raiz e finalmente redivide-se em dois distintos canais próximo ao ápice;
- Tipo VIII Três canais separados se estendem desde a câmara pulpar até o ápice.

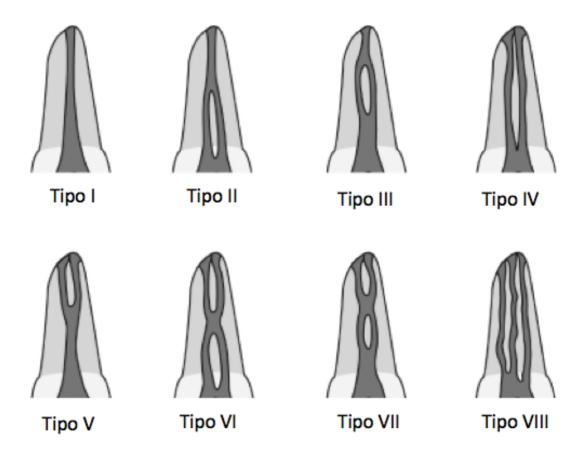


Figura 8. Representação esquemática dos tipos de canais radiculares segundo a classificação de Vertucci (VERTUCCI, F. J., 2005).

4.7 Análise estatística

A análise morfométrica referente a volume, área e diâmetro apical foi expressada em termos de média, mediana e valores mínimo e máximo. A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa GraphPad Prism 5 (GraphPad Software Inc, La Jolla, CA, EUA). O nível de significância foi fixado em P < 0.05. Para as comparações múltiplas entre as raízes ou níveis apicais avaliados foi utilizado o teste de Kruskal Wallis-Dunns.

5 Resultados

5 RESULTADOS

5.1 Classificação da morfologia interna

A partir das imagens tridimensionais obtidas nesta pesquisa observou-se uma equivalência de dados com relação a classificação de Vertucci, principalmente na raiz palatina e disto-vestibular 98% e em menor escala a raiz mésio-vestibular com 64%. (Tabela 1). Dentre os tipos de classificações adicionais de AL-QUDAH; AWAWDEH, 2009; GULABIVALA et al., 2001; KARTAL; CIMILLI, 1997; KIM et al., 2012; PEIRIS et al., 2007; SERT; BAYIRLI, 2004; VERMA; LOVE, 2011; VERTUCCI, 1984; foram encontrados no presente estudo, 18% dessas classificações adicionais para as raízes mésio-vestibulares, 2% para as raízes disto-vestibulares e 1% para a raiz palatina (Tabela 1 e 2).

Este estudo registrou também novos tipos de anatomia, que não se enquadraram nas classificações de Vertucci e nas classificações adicionais dos outros autores: 18% das raízes mésio-vestibulares e 1% da raiz palatina (Tabela 3).

Tabela 1. Distribuição da frequência (n) dos tipos morfológicos do sistema de canais radiculares, de acordo com a classificação de Vertucci.

Classificação	Morfologia	MV	DV	P
	Tipo I	5%	73%	82%
	Tipo II	7%	-	1%
**	Tipo III	3%	1%	1%
Vertucci	Tipo IV	-	1%	1%
	Tipo V	24%	22%	13%
	Tipo VI	17%	-	-
	Tipo VII	8%	-	-
	Tipo VIII	-	1%	-
	Tipo adicionais	18%	2%	1%
	Novos tipos	18%	-	1%

Tabela 2. Classificações existentes na literatura, adicionais à de Vertucci (1984).

Classificação	Morfologia	MV	DV	Р
Gulabivala et al. 2001	Tipo IX Tipo X Tipo XIII	- 1% 2%	1% - -	- - -
Sert et al. 2004	Tipo XVI	9%	1%	1%
Gu et al. (2011)	Tipo 2-1-2-1-2 Tipo 2-1-3	2% 2%	-	- -
Kim et al. 2012	Tipo 1-3 Tipo 1-2-1-2-1	1% 1%	- -	- -

Para poder descrever as novas anatomias, foram utilizados números onde a sequência destes em cada raiz, representa a quantidade de canais a partir da cervical para a apical (Tabela 3).

Tabela 3. Novos tipos de classificações encontradas neste estudo. O número de dentes de cada classificação encontra-se entre parêntesis.

CLASSIFICAÇÃO	RAÍZES	CLASSIFICAÇÃO	RAÍZES	
2-1-3-2	MV(1)	3-2-3-1-3	MV(1)	
2-3-1-2-1-3	MV(1)	2-1-2-5	MV(1)	
3-2-1-3	MV(1)	1-2-3-2-4-1	MV(1)	
1-2-1-2-3-2-3	MV(1)	3-4-2-4-3	MV(1)	
1-2-1-2-3	MV(1)	2-1-2-3-2-4	MV(1)	
1-2-1-4	MV(1)	2-3-2-1-4	MV(1)	
2-1-2-3	MV(1)	1-3-2	MV(1)	
2-1-4	MV(1)	1-4	P(1)	
3-2-1-3-2	MV(1)	1-2-1-5	MV(1)	
1-2-4	MV(1)			

Modelos tridimensionais de segundos molares superiores de acordo com a classificação de Vertucci e as classificações novas encontradas no presente estudo. As fatias tomográficas dos canais radiculares estão ilustradas da porção apical para cervical (Figura 9 a 13). Os tipos adicionais representativos estão no anexo 3.

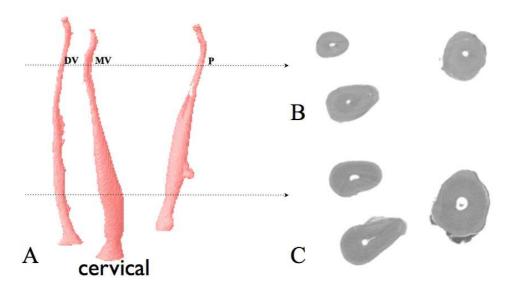


Figura 9. A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical.

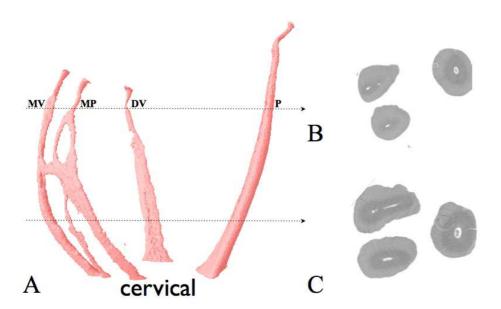


Figura 10. A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci para as raízes distal e palatina e nova classificação para a raiz mesial no sentido cervico-apical 2-3-2-1-3-2. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical.

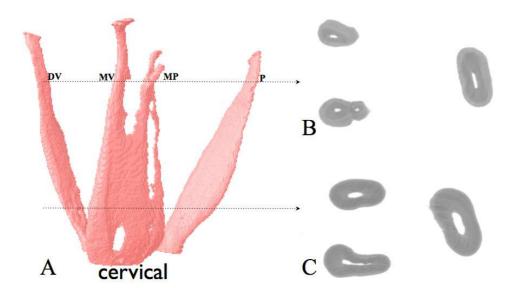


Figura 11. A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci para as raízes distal e palatina e nova classificação para a raiz mesial no sentido cervico-apical 1-2-1-2-3-2-3. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical.

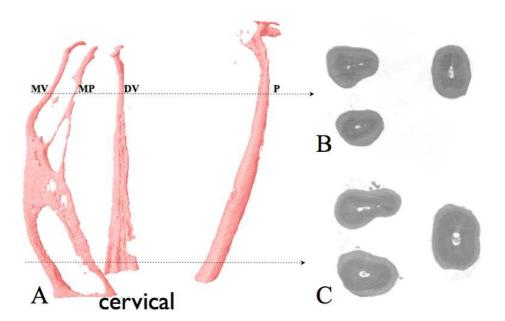


Figura 12. A-Modelo tridimensional de segundo molar superior Tipo I de Vertucci para as raízes distal e palatina e nova classificação para a raiz mesial no sentido cervico-apical 2-1-3-2. B-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço apical. C-Visão bidimensional dos canais radiculares no terço cervical.

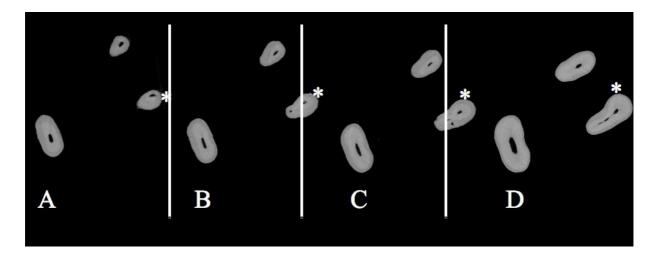


Figura 13. A-Imagem bidimensional dos canais radiculares do terço apical, raiz mésio-vestibular indicada (*). B e C-Imagem bidimensional dos canais radiculares do terço médio, raízes mésio-vestibulares indicadas (*) com dois e três condutos respectivamente. D-Imagem bidimensional dos canais radiculares do terço cervical da raiz mésio-vestibular.

5.2 Avaliação bidimensional

5.2.1 Diâmetro maior (V-P)

A análise morfométrica bidimensional dos canais radiculares revela, que o diâmetro maior aumentou gradualmente a cada milímetro no sentido ápico-cervical. Os valores no último milímetro apical tiveram em media $0,24,\,0,25$ e 0,29mm para a raiz mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina respectivamente. (Tabela 4). As diferentes diferenças estatísticas entre os respectivos valores estão apresentadas na tabela 5 (p < 0,05).

Tabela 4. Análise morfométrica bidimensional do diâmetro maior nos diferentes níveis avaliados (mediana e abaixo, os valores mínimo-máximo) n=100.

	Diâm	etro maior (V-P)	
Distância do ápice	Raiz MV	Raiz DV	Raiz P
1mm	0,24	0,25	0,29
	(0,08-0,90)	(0,11-0,69)	(0,03-1,28)
2mm	0,31	0,31	0,37
	(0,07-0,40)	(0,06-1,02)	(0,15-1,31)
3mm	0,41	0,32	0,43
	(0,06-1,57)	(0,13-0,86)	(0,13-0,97)
4mm	0,42	0,36	0,49
	(0,08-1,71)	(0,13-1,11)	(0,17-0,96)
5mm	0,59	0,42	0,58
	(0,12-1,13)	(0,13-1,33)	(0,21-1,08)

Tabela 5. Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas do calibre dos forames entre as raízes mésio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P) nos diversos níveis, no sentido do diâmetro maior (n=100).

		Diâmetro maior					
		ľ	Víveis das	raízes			
	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm		
DV vs MV	Não	Não	Sim	Sim	Sim		
DV vs P	Não	Sim	Sim	Sim	Sim		
MV vs P	Sim	Sim	Não	Não	Não		

5.2.2 Diâmetro menor (M-D)

A análise morfométrica bidimensional dos canais radiculares revelou, que os valores do diâmetro menor no sentido ápico-cervical, diminuíram no segundo milímetro voltando a aumentar a partir deste, a cada milímetro avaliado. Os valores no último milímetro apical tiveram em media 0,23, 0,24 e 0,32mm para a raiz mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina respectivamente. (Tabela 6). A análise estatística revelou diferença entre os respectivos valore das raízes avaliadas, sendo os valores sempre maiores na raiz palatina (p < 0,05) (Tabelas 7).

Tabela 6. Análise morfométrica bidimensional do diâmetro menor nos diferentes níveis avaliados (mediana e abaixo, os valores mínimo-máximo) n=100.

	Diâmetro menor (M-D) mm								
mm	Raiz MV	Raiz DV	Raiz P						
1mm	0,23	0,24	0,32						
	(0,10-1,4)	(0,08-0,75)	(0,03-1,49)						
2mm	0,20	0,23	0,23						
	(0,06-1,05)	(0,09-0,72)	(0,09-0,72)						
3mm	0,22	0,23	0,48						
	(0,06-0,96)	(0,11-0,78)	(0,13-1,33)						
4mm	0,23	0,26	0,60						
	(0,04-0,76)	(0,11-0,90)	(0,22-1,51)						
5mm	0,24	0,27	0,64						
	(0,08-0,99)	(0,11-0,56)	(0,25-1,49)						

Tabela 7. Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas do calibre dos forames entre as raízes mésio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P) nos diversos níveis, no sentido do diâmetro menor (n=100).

		Diâmetro menor					
		Ní	íveis das r	aízes			
	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm		
DV vs MV	Não	Não	Não	Não	Não		
DV vs P	Sim	Não	Sim	Sim	Sim		
MV vs P	Sim	Não	Sim	Sim	Sim		

Tabela 8. Número de canais principais e ramificações a nível de 0,5, 1, 1,5 e 2 mm dos ápices radiculares nas raízes mésio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P); mediana e números, mínimo-máximo da presença de canais principais e ramificações.

		Mésio-vestibular				Palatino					Disto-ve	stibular		
	0,5mm	1mm	1,5mm	2mm	0,5mm	1,0mm	1,5mm	2mm	-	0,5mm	1mm	1,5mm	2mm	=
Mediana Min-máx	2 1-6	2 1-6	1 1-7	2 1-10	1 1-4	1 1-2	1 1-5	1 1-5		1 1-3	1 1-4	1 1-4	1 1-5	_

5.2.3. Canais principais e ramificações

O número de canais principais e ramificações nas raízes avaliadas: mésio-vestibular, disto-vestibular e palatina, estão ilustrados na tabela 8. O teste de Kruskal Wallis-Dunn mostrou diferença estatística significante para a raiz mésio-vestibular, que possui um maior número de canais principais e ramificações quando comparada com as raízes disto-vestibular e palatina (Tabela 9).

Tabela 9. Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas dos canais principais e secundários entre as raízes mésio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P) nos diversos níveis, no sentido ápico-cervical (n=100).

	Canais principais e secundários						
	0,5mm	1mm	1,5mm	2mm			
DV vs MV	Sim	Sim	Sim	Sim			
DV vs P	Não	Não	Não	Não			
MV vs P	Sim	Sim	Sim	Sim			

5.2.4. Área mm²

A área dos canais radiculares e ramificações encontradas nos diferentes níveis aumentaram gradualmente a cada milímetro no sentido ápico-cervical, principalmente na raiz mésio-vestibular (tabela 10). A raiz disto-vestibular não apresentou aumento significativo nos 4 primeiros mm apicais e isto pode ser interpretado devido sua anatomia possivelmente apresentar um formato mais paralelo das raízes. O canal palatino apresenta áreas similares nos 2mm primeiros apicais, havendo um aumento significativo do nível 3 ao 5, outras diferenças estatísticas estão apresentadas na tabela 11.

Na comparação entre as raízes, houve diferenças significativas em todos os níveis com exceção do primeiro mm apical entre a raiz mésio-vestibular e disto-vestibular (p>0,05) (Tabela 12).

Tabela 10. Análise morfométrica bidimensional da área nos diferentes níveis avaliados (mediana e abaixo, os valores mínimo-máximo) n=100.

Área (mm²)					
Distância do ápice	Raiz MV	Raiz DV	Raiz P		
1mm	0,045 (0,01-0,30)	0,06 (0,01-0,28)	0,10 (0,01-0,80)		
2mm	0,08 (0,01-0,42)	0,04 (0,01-0,19)	0,12 (0,01-0,80)		
3mm	0,10 (0,01-0,61)	0,05 (0,01-0,18)	0,15 (0,03-1,11)		
4mm	0,12 (0,02-0,64)	0,06 (0,01-0,24)	0,17 (0,03-1,62)		
5mm	0,16 (0,04-0,62)	0,09 (0,01-0,28)	0,23 (0,04-1,80)		

Tabela 11. Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando a diferença estatística entre os diferentes níveis nas três raízes avaliadas (n=100).

	Área mm² das raízes DIFERENÇA ESTATÍSTICA			
mm	MV	DV	P	
1mm x 2mm	Não	Não	Não	
1mm x 3mm	Sim	Não	Sim	
1mm x 4mm	Sim	Não	Sim	
1mm x 5mm	Sim	Sim	Sim	
2mm x 3mm	Não	Não	Não	
2mm x 4mm	Sim	Não	Sim	
2mm x 5mm	Sim	Sim	Sim	
3mm x 4mm	Não	Não	Não	
3mm x 5mm	Sim	Sim	Sim	
4mm x 5mm	Não	Não	Não	

Tabela 12. Teste Kruskal Wallis-Dunn mostrando as diferenças estatísticas entre os valores da área em mm dos condutos radiculares, nos diferentes níveis das raízes mésio-vestibular (MV), disto-vestibular (DV) e palatina (P). (n=100).

	ÁREA mm²				
		Níveis das raízes			
	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm
DV vs MV	Não	Sim	Sim	Sim	Sim
DV vs P	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D v vs I	SIIII	SIIII	Silli	SIIII	Silli
MV vs P	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 Da metodologia

A decisão por utilizar o método da microCT para análise da anatomia de dentes extraídos, foi baseada na confiança do método que se mostrou mais eficiente quando comparado com estudos envolvendo métodos radiográficos (ALTMAN et al., 1970; PALMER; WEINE; HEALEY, 1971; PINEDA; KUTTLER, 1972); secções longitudinais (DUMMER; MCGINN; REES, 1984); avaliações em estereomicroscópio (BURCH; HULEN, 1972; GREEN, 1956); injeção de metal fundido e posterior descalcificação dos dentes (COOLIDGE, 1929); diafanização com injeção de corantes (HESS, 1925; KUTTLER, 1955; OKUMURA, 1927; VERTUCCI, 1974) e desgaste dos dentes (GREEN, 1955).

Nos exames radiográficos os canais radiculares não são completamente visíveis e nos proporcionam uma imagem bidimensional, somente no sentido mésio-distal da raiz, não permitindo algumas vezes a visualização da saída foraminal no terço apical assim como possíveis anormalidades ou diversificações de anatomia que podem ocorrer pela face vestibular ou palatina (PINEDA; KUTTLER, 1972). A maioria dos estudos clínicos de NOSONOWITZ e BRENNER, em 1973; PEIKOFF, CHRISTIE e FOGEL, em 1996; POMERANZ e FISHELBERG, em 1974; SEIDBERG et al., em 1973 e SLOWEY, em 1974 relataram uma menor porcentagem de dois canais na raiz mésio-vestibular, quando comparado com o presente estudo. De acordo com esta observação, SEIDBERG et al., em 1973 e POMERANZ e FISHELBERG, em 1974 também relataram uma maior prevalência de dois canais na raiz mésio-vestibular examinadas e avaliadas em laboratório quando comparadas com a sua avaliação clínica.

O uso de corantes não têm trazido resultados satisfatórios, pois a presença de canalículos pouco calibrosos e a presença de istmos e restos de tecidos orgânicos, no conduto, a penetrabilidade de corantes é dificultada, causando ao método de diafanização consideráveis desvantagens; já os métodos de microscopia apresentam dados duvidosos em função de falhas na calibração prévia do operador. De todas essas metodologias e outras citadas anteriormente, a principal desvantagem desses métodos é a destruição da amostra analisada.

Os métodos que envolvem imaginologia, como a radiografia digital e a tomografia

computadorizada, possibilitam uma análise mais detalhada e tridimensional do modelo estudado, porém nos permite apenas uma análise somente qualitativa com baixa acuidade.

Os primeiros estudos sobre tomografia computadorizada em endodontia surgiram em 1990 e a técnica de seu emprego se tornou importante, pois era um método não destrutivo das amostras para o estudo da morfologia dos canais radiculares (TACHIBANA; MATSUMOTO, 1990). Porém, a baixa resolução das amostras escaneadas dificultou os estudos nas avaliações, não produzindo reconstruções bi e tridimensionais exatas devido as fatias escaneadas serem de grande espessura.

EDER et al., em 2006 afirmaram que a CBCT pode descrever a configuração exata do canal radicular, reproduzindo informações idênticas aos métodos histológicos e assim, servir como o "padrão ouro" in vitro. No entanto, sua pesquisa comparou imagens seccionadas de CBCT com as imagens de cortes histológicos de raízes mésio-vestibulares, oferecendo informações limitadas quanto ao número de canais presentes, dificultando assim, as classificações dos canais radiculares.

NIELSEN et al., em 1995 foram os primeiros a utilizarem a microCT demonstrando que era possível reproduzir a anatomia dos canais radiculares com precisão utilizando uma técnica não invasiva. Com o aperfeiçoamento das tecnologias a microCT superou as deficiências técnicas apresentadas por outras metodologias, permitindo uma análise precisa qualitativa e quantitativa de amostras "in vivo" e "ex vivo" (SWAIN; XUE, 2009)).

As vantagens das técnicas microtomográficas são muitas, tais como: alta resolução, não destruição da amostra, mínima distorção da imagem da anatomia interna, bem como cortes de imagem em qualquer direção e ângulo (PETERS et al., 2000). Possibilita também rotacionar a imagem em 360⁰, magnificar áreas de interesse, colocar cor, luz e textura para ilustrar o modelo tridimensional (PLOTINO et al., 2006; VERMA; LOVE, 2011). Também pode-se analisar o modelo tridimensional separadamente, como neste estudo onde analisamos somente a anatomia interna, determinando também a área e o volume do canal radicular.

Neste estudo foram utilizados 100 segundos molares superiores, para a padronização da amostra e os dentes não tiveram suas coroas seccionadas, afim de manter a integridade do espécime concordando com os trabalhos de PAQUE, GANAHL e PETERS, em 2009; PETERS, SCHONENBERGER e LAIB, em 2001 que não realizaram o corte das coroas.

Poderíamos usar nesta pesquisa qualquer grupo dental, pois o que se encontrou nos segundos molares, provavelmente em maior ou menor escala, também estariam presentes nos demais dentes. A opção pelo segundo molar superior aconteceu em função do conhecimento limitado de sua anatomia e das dificuldades que sempre encontramos nos tratamentos endodônticos em tais dentes e os detalhes anatômicos observados nesta pesquisa, nos alertam que seu tratamento nem sempre é tão fácil como se imagina e sua complexidade pode trazer inúmeros insucessos. Muitas dessas ramificações existentes, inacessíveis a nossa biodinâmica, exigiria de nossa parte maiores cuidados no seu preparo (KUTTLER, 1955; WEINE et al., 1969). Uma adequada instrumentação, irrigação, curativo de demora eficiente e o uso de EDTA para melhorar remoção de smear layer, teriam como objetivo final, fazer com que o cimento obturador possa atingir em partes essas possíveis ramificações, fato este que irá acrescentar para o sucesso do tratamento do sistema de canais radiculares.

Diversos estudos têm demonstrado claramente que a microCT é uma ferramenta viável para uma análise em profundidade do sistema de canais radiculares e vem contribuindo imensamente com a endodontia, pois além de nos proporcionar uma visão tridimensional detalhada, ainda nos possibilita entendimento envolvendo o desempenho dos sistemas rotatórios e manuais no preparo dos canais radiculares e retratamentos, apresentando assim, resultados favoráveis para o sucesso do tratamento endodôntico (PETERS; SCHONENBERGER; LAIB, 2001; RHODES et al., 1999; VILLAS-BOAS et al., 2011).

Pode-se observar com todas essas pesquisas que a microCT nos fornece uma riqueza de informações que talvez, não se conseguiria de outra forma. Registrou-se através dessa pesquisa dados bastante interessantes com relação a complexidade das estruturas em todo o seu conteúdo, nos mostrando detalhes anatômicos que jamais imaginávamos existir; tais informações justificam plenamente o emprego da microCT na endodontia ou em outras especialidades sempre que possível.

6.2 Dos resultados

Inúmeros estudos têm demonstrado a complexidade do sistema de canais radiculares e as variações morfológicas que podemos encontrar nos diversos grupos dentais que no geral acabam trazendo uma diversificação de dados e informações relativas à anatomia interna dos condutos e suas possíveis ramificações (GREEN, 1956; GULABIVALA et al., 2001;

GULABIVALA et al., 2002; HESS, 1925; KUTTLER, 1955; NG et al., 2001; SERT; ASLANALP; TANALP, 2004).

A presença de variedade anatômica em molares superiores vem sendo estudada desde 1925 (HESS, 1925; OKUMURA, 1927). Ao longo dos anos, a morfologia da raiz mésiovestibular dos molares superiores tem sido relatada e discutida como um sistema complexo de canais radiculares, com ramificações acessórias, istmos e deltas apicais (POMERANZ; FISHELBERG, 1974; VERTUCCI, 1984).

6.2.1 Presença do quarto canal

Neste estudo, foram encontrados 95% de ramificações com exceção do tipo I (Tabela 1) na raiz mésio-vestibular do segundo molar superior. Estes dados concordam com os estudos de HESS, em 1925, afirmando que a variação anatômica do segundo molar superior é tão complexa quanto a de primeiros molares. Com resultados parcialmente próximos desta pesquisa, POMERANZ e FISHELBERG, em 1974 encontraram uma porcentagem de 38% de um segundo canal na raiz mésio-vestibular de segundos molares superiores e os estudos de WEINE et al., em 1969 encontraram uma porcentagem de 35,4% desse quarto canal em segundos molares superiores. Foi encontrado em menor índice a presença desse segundo canal mésio-vestibular em segundos molares nos estudos de HARTWELL e BELLIZZI, em 1982 com 9,6%.

Independente no número de canais da raiz mésio-vestibular, na raiz distal foram encontrados 27% de um canal seguido de ramificações de acordo com a Tabela 1. KEREKES e TRONSTAD, em 1977 em um estudo semelhante encontraram 25%, os quais se estendiam desde o nível cervical até 1 mm aquém do ápice. Na raiz palatina as ramificações a partir de um canal único foram encontradas em 18% das amostras (Tabela 1).

6.2.2 Classificação do sistema de canais radiculares

O presente estudo também forneceu uma análise profunda da classificação dos canais de segundos molares superiores, sugerindo que as modificações das configurações clássicas e adicionais podem ser necessárias para uma descrição mais precisa de molares superiores. WEINE et al., em 1969, dividiu a posição dos canais radiculares em quatro classificações e posteriormente Vertucci descreveu uma classificação com oito tipos diferentes. Ambas

classificações têm sido muito utilizadas como padrões clássicos em estudos da morfologia radicular (VERTUCCI, 1984). NG et al., em 2001 modificaram a classificação de Vertucci, adicionando sete novos tipos, SERT, BAYIRLI, em 2004; SERT et al., em 2011 descreveram cinco novos tipos de classificações e recentemente GU et al., em 2011; VERMA e LOVE, em 2011, incluíram à classificação de Vertucci seis e sete novas classificações, respectivamente. KIM et al., em 2012, encontraram mais três novos tipos de classificações adjacentes com relação aos molares superiores.

No presente estudo foram encontradas dezoito novos tipos anatômicos que não se enquadram nas descrições já existentes, sendo que essas novas anatomias nunca foram citadas na literatura até o presente (Tabela 1). As classificações de Weine são mais antigas, porém as de Vertucci são mais ricas em mais detalhes, o que as tornou clássica nos estudos de morfologia radicular KIM, LEE e WOO, em 2012; NOSONOWITZ e BRENNER, em 1973; POMERANZ e FISHELBERG, em 1974; VANDE VOORDE, ODENDAHL e DAVIS, em 1975, além de outras classificações adjacentes que também são muito citadas. Nesta pesquisa, para a distribuição exata do sistema de canais radiculares foram utilizadas as classificações de AL-QUDAH; AWAWDEH, 2009; GULABIVALA et al., 2001; KARTAL; CIMILLI, 1997; KIM et al., 2012; PEIRIS et al., 2007; SERT; BAYIRLI, 2004; VERMA; LOVE, 2011; VERTUCCI, 1984).

A classificação dos canais radiculares que mais prevaleceu neste estudo para a raiz mesial, foi o Tipo V (24%) (Tabela 1), concordando em parte com os estudos de PINEDA, KUTTLER, em 1972 que encontraram 48,5% e em menor índice com os estudos de KIM, LEE e WOO, em 2012; SPAGNUOLO et al., em 2012 que encontraram 2% e 3,6% respectivamente. Em segundo lugar foi a classificação do Tipo VI (17%), que estão de acordo com os estudos de SPAGNUOLO et al., em 2012 que encontraram 7% do Tipo VI e KIM, LEE e WOO, em 2012 que encontraram 0,12%. Foi encontrado também neste presente trabalho as classificações do Tipo II com incidência de 7%, estando próximo aos estudos de PINEDA e KUTTLER, em 1972 que encontraram 8,2% para esta classificação e SPAGNUOLO et al., em 2012 que encontraram 9,6%; em maior escala estão os resultados de VANDE VOORDE, ODENDAHL e DAVIS, em 1975 que encontraram 12% para o Tipo II, POMERANZ e FISHELBERG, em 1974 encontrou 13,8%, VERTUCCI, 1984 encontrou 17%, KIM, LEE e WOO, em 2012 encontraram 16%, NOSONOWITZ e BRENNER, em 1973 encontrou 25,5% e KULILD e PETERS, em 1990 encontraram 78%.

Para a classificação do tipo III (Tabela 1), foi encontrado nesta pesquisa a incidência de 3%, estando de acordo com os estudos de SPAGNUOLO et al., 2012 que encontraram 2,4% em seus estudos. NOSONOWITZ e BRENNER, 1973 encontraram 5,6% e em maior escala PINEDA e KUTTLER, em 1972; VANDE VOORDE, ODENDAHL e DAVIS, em 1975; VERTUCCI, em 1984 encontraram 12%. POMERANZ e FISHELBERG, em 1974 encontraram 24% e KULILD e PETERS, em 1990 encontraram 78% do tipo III. A classificação do tipo VII foi encontrada nesta pesquisa com uma incidência de 8%, sendo que esta descrição não esteve presente em estudos anteriores envolvendo segundos molares superiores.

Para a raiz distal o tipo mais comum foi o tipo I (73%), seguido do tipo V (22%) e para a raiz palatina também predominou o tipo I (82%), seguido do tipo V (13%).

Pode-se perceber pelas inúmeras pesquisas uma enorme diversidade de classificações dos condutos radiculares e ramificações caracterizando a real complexidade anatômica dos segundos molares superiores. Toda essa complexidade da raiz mésio-vestibular dificulta o tratamento endodôntico, mais especificamente o acesso aos condutos mésio-vestibular e mésio-palatino quando existem, que é o que nos preocupa, exigindo do profissional cuidado e preocupação na sua localização com a finalidade principal de prevenir acidentes que em determinadas situações podem trazer resultados desastrosos.

6.2.3 Análise bidimensional

6.2.3.1 Diâmetro maior (V-P) e menor (M-D)

Com relação aos dados morfométricos do diâmetro maior (V-P) e menor (M-D) obtidos neste estudo de segundos molares, foi observada uma variação dependendo do nível apical das raízes estudadas. Nas raízes mésio-vestibulares, disto-vestibulares e palatinas, os diâmetros maiores foram de aproximadamente 0,24 mm, 0.25 mm e 0,29 mm a 1 milímetro apical (Tabela 4). Isto significa que o instrumento necessário para se ajustar e limpar o terço apical seja no mínimo o de diâmetro 0.30mm para os canais vestibulares e 0.35mm para o canal palatino. Nas raízes mésio-vestibulares, disto-vestibulares e palatinas os diâmetros menores (M-D) aproximaram-se de 0,23mm, 0,24mm e 0,32mm respectivamente, significando com isso que o instrumento para trabalhar a nível apical terá que ser no mínimo 0.30mm para os canais mésio-vestibulares e disto-vestibulares e 0.40mm para a raiz palatina.

Na realidade um instrumento 0.30mm seria suficiente para englobar as raízes mésiovestibulares e disto-vestibulares e um instrumento 0.40mm serviria perfeitamente para a raiz palatina. Adicionalmente, deve-se levar em consideração a espessura da raiz na escolha do diâmetro final de preparo, para não ocorrer desgastes radiculares excessivos.

Os resultados referentes ao diâmetro anatômico nesta pesquisa estão de acordo com os estudos de KEREKES e TRONSTAD, em 1977. Estes autores estudaram o diâmetro das raízes de molares superiores pela técnica de secção das raízes e concluíram que na raiz mesial o diâmetro anatômico necessário para limpar as paredes do canal radicular esteve entre os instrumentos de diâmetro 0.10-0.40mm, para raiz disto-vestibular e para a palatina os instrumentos de diâmetro 0.15-0.40mm. Os dados também estão em concordância com os estudos de WU et al., em 2000, que seccionaram 180 dentes para estudar o diâmetro apical, concluindo que na raiz mesial a 1mm do ápice, o diâmetro anatômico encontrado foi 0,19mm, sendo necessário no mínimo um instrumento de calibre 0.20 mm; para a raiz disto-vestibular é necessário um instrumento de 0.25mm e para a raiz palatina, um instrumento de 0.30mm. VERTUCCI e FRANCOIS, em 1986; YU e SCHILDER, em 2001 recomendam para a ampliação apical do canal radicular, três instrumentos acima do diâmetro anatômico apical.

6.2.3.2 Presença de ramificações

Foi encontrado também neste estudo o número de canais principais e ramificações, em cada uma das raízes dos segundos molares superiores nos diversos níveis (Tabela 8). Esses dados mostraram que a nível apical a raiz mésio-vestibular sempre mostrou uma frequência maior do número de canais como se pode observar pela mediana na referida tabela.

6.2.3.3 Área mm2

A área dos canais radiculares aumentou gradualmente a cada milímetro que se distanciava da região apical. Os dados apresentados confirmam que a raiz mésio-vestibular é mais complexa e a raiz disto-vestibular apresenta-se num formato mais paralelo. Na análise comparativa sempre foi confirmada a diferença entre as três raízes.

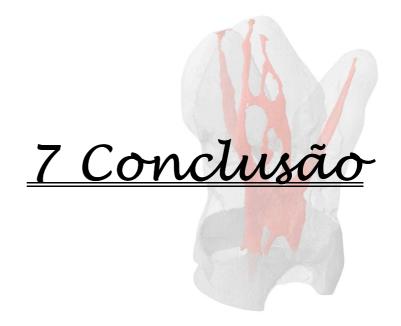
A presença dessa diversificação de canais e ramificações principalmente em molares, acaba criando uma dificuldade enorme ao acessá-los em termos de clínica, se ainda associarmos idade do paciente, deposição de dentina reparadora que muitas vezes cobrem

parcialmente a embocadura do canal mésio-vestibular e mésio-palatino quando estão presentes (VERTUCCI, 2005).

PETERS, SCHONENBERGER e LAIB, em 2001 relataram que os procedimentos de limpeza por meio de irrigações, tiveram maior influência no sucesso do tratamento endodôntico, do que as técnicas de instrumentação em si. Além disso, há relatos da existência de curvaturas acentuadas e uma elevada incidência de calcificações na porção coronal do canal mésio-vestibular (ALAVI et al., 2002; PARK et al., 2009a). Portanto, a remoção da dentina ou calcificações, utilizando-se brocas de alta ou baixa rotação para localizar os canais, pode conduzir à perfuração da parede na região de furca ou parede mesial. Em substituição a esses instrumentos rotatórios, a maioria destas obstruções pode ser eliminada com pontas ultrassônicas (ALAVI et al., 2002; VERTUCCI, F. J., 2005) ou pontas inativas diamantadas. Essa falta de acesso e a dificuldade de limpar e desinfetar todo o sistema de canais radiculares pode ter um efeito direto sobre o tratamento endodôntico (WOLCOTT et al., 2005).

Naturalmente se levarmos todas essas dificuldades para a clínica, o problema se torna maior. Cabe a nós profissionais nos preocuparmos primeiramente com o canal mésiovestibular e mésio-palatino, caso existam, terão sua embocadura a nível de câmara pulpar. Em segundo lugar instrumentar adequadamente os dois canais mesias da melhor maneira possível, para que não sirvam de fonte alimentadora a demais canais inacessíveis ou mesmo ramificações que sempre estarão presentes a nível radicular.

O presente estudo forneceu uma análise profunda e abrangente da anatomia do sistema de canais radiculares dos segundos molares superiores, confirmando a elevada incidência de canais mésio-palatinos nas raízes mésio-vestibulares e as inúmeras ramificações nas mais variadas direções, permitindo a reprodução fiel das raízes, através dos meios quantitativos da microCT, que podem servir como complemento valioso para o estudo em profundidade, da morfologia radicular.



7 CONCLUSÃO

- 7.1 O que mais prevaleceu no presente estudo foi o tipo V segundo Vertucci, com 26% para a raiz mesial e tipo I com 98% para as raízes distal e palatina.
- 7.2 O diâmetro maior (V-P) da raiz mésio-vestibular ao nível de 1mm do ápice foi de 0,24mm, para a raiz disto-vestibular 0,25mm e para a raiz palatina 0,29mm.
- 7.3 O diâmetro menor (M-D) da raiz mésio-vestibular a nível de 1mm do ápice foi de 0,23mm, para a raiz disto-vestibular 0,24mm e para a raiz palatina 0,32mm.
- 7.4 O número de canais e uma enorme diversificação de ramificações sempre foi maior na raiz mésio-vestibular.
- 7.5 A área dos canais radiculares e ramificações encontradas nos diferentes níveis aumentou gradualmente a cada milímetro no sentido ápico-cervical nas três raízes estudadas avaliadas.

Referências

REFERÊNCIAS

Alavi AM, Opasanon A, Ng YL, Gulabivala K. Root and canal morphology of Thai maxillary molars. Int Endod J. 2002;35(5):478-85.

Al-Qudah AA, Awawdeh LA. Root and canal morphology of mandibular first and second molar teeth in a Jordanian population. Int Endod J. 2009;42(9):775-84.

Altman M, Guttuso J, Seidberg BH, Langeland K. Apical root canal anatomy of human maxillary central incisors. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1970;30(5):694-9.

Blattner TC, George N, Lee CC, Kumar V, Yelton CD. Efficacy of cone-beam computed tomography as a modality to accurately identify the presence of second mesiobuccal canals in maxillary first and second molars: a pilot study. J Endod. 2010;36(5):867-70.

Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. Int Endod J. 1998;31(4):275-81.

Buhrley LJ, Barrows MJ, BeGole EA, Wenckus CS. Effect of magnification on locating the MB2 canal in maxillary molars. J Endod. 2002;28(4):324-7.

Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1972;34(2):262-8.

Caliskan MK, Pehlivan Y. Endodontic treatment of a mature tooth with an abnormal clinical crown. J Clin Pediatr Dent. 1995;20(1):45-7.

Cleghorn BM, Christie WH, Dong CC. Root and root canal morphology of the human permanent maxillary first molar: a literature review. J Endod. 2006;32(9):813-21.

Coolidge E. Anatomy of the root apex in relation to treatment problems. J Am Dent Assoc. 1929;16(8):1456-65.

De Deus QD. Frequency, location, and direction of the lateral, secondary, and accessory canals. J Endod. 1975;1(11):361-6.

Degerness RA, Bowles WR. Dimension, anatomy and morphology of the mesiobuccal root canal system in maxillary molars. J Endod. 2010;36(6):985-9.

Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. Int Endod J. 1984;17(4):192-8.

Eder A, Kantor M, Nell A, Moser T, Gahleitner A, Schedle A, et al. Root canal system in the mesiobuccal root of the maxillary first molar: an in vitro comparison study of computed tomography and histology. Dentomaxillofac Radiol. 2006;35(3):175-7.

Eskoz N, Weine FS. Canal configuration of the mesiobuccal root of the maxillary second molar. J Endod. 1995;21(1):38-42.

Gilles J, Reader A. An SEM investigation of the mesiolingual canal in human maxillary first and second molars. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1990;70(5):638-43.

Green D. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1956;9(11):1224-32.

Green D. Double canals in single roots. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1973;35(5):689-96.

Green D. Morphology of the pulp cavity of the permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1955;8(7):743-59.

Gu Y, Lee JK, Spangberg LS, Lee Y, Park CM, Seo DG, et al. Minimum-intensity projection for in-depth morphology study of mesiobuccal root. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011;112(5):671-7.

Gulabivala K, Aung TH, Alavi A, Ng YL. Root and canal morphology of Burmese mandibular molars. Int Endod J. 2001;34(5):359-70.

Gulabivala K, Opasanon A, Ng YL, Alavi A. Root and canal morphology of Thai mandibular molars. Int Endod J. 2002;35(1):56-62.

Han X, Yang H, Li G, Yang L, Tian C, Wang Y. A study of the distobuccal root canal orifice of the maxillary second molars in Chinese individuals evaluated by cone-beam computed tomography. J Appl Oral Sci. 2012;20(5):563-7.

Hartwell G, Bellizzi R. Clinical investigation of in vivo endodontically treated mandibular and maxillary molars. J Endod. 1982;8(12):555-7.

Hess W. Anatomy of Root Canals of the Teeth of the Permanent Dentition. William Wood and Co. 1925.

Hess W. Formation of root canals in human teeth. J Am Dent Assoc. 1921;8:704-34.

Imura N, Hata GI, Toda T, Otani SM, Fagundes MI. Two canals in mesiobuccal roots of maxillary molars. Int Endod J. 1998;31(6):410-4.

Ingle JL, Beveridge, E.E., Glick, D.H., Weichman, J.A. Modern endodontic therapy. Endod Topics. 1994;4:27-53.

Kartal N, Cimilli HK. The degrees and configurations of mesial canal curvatures of mandibular first molars. J Endod. 1997;23(6):358-62.

Kartal N, Yanikoglu FC. Root canal morphology of mandibular incisors. J Endod. 1992;18(11):562-4.

Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. J Endod. 1977;3(3):114-8.

Kim Y, Chang SW, Lee JK, Chen IP, Kaufman B, Jiang J, et al. A micro-computed tomography study of canal configuration of multiple-canalled mesiobuccal root of maxillary first molar. Clin Oral Investig. 2012.

Kim Y, Lee SJ, Woo J. Morphology of maxillary first and second molars analyzed by conebeam computed tomography in a korean population: variations in the number of roots and canals and the incidence of fusion. J Endod. 2012;38(8):1063-8.

Kulild JC, Peters DD. Incidence and configuration of canal systems in the mesiobuccal root of maxillary first and second molars. J Endod. 1990;16(7):311-7.

Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. J Am Dent Assoc. 1955;50(5):544-52.

Lee JH, Kim KD, Lee JK, Park W, Jeong JS, Lee Y, et al. Mesiobuccal root canal anatomy of Korean maxillary first and second molars by cone-beam computed tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011;111(6):785-91.

Milano NFW, S.M.; Kapczinski, M. Location of the principal foramen. True location versus methods using conductometry. Rgo. 1983;Julh-Sep((3)):31.

Mueller A. Anatomy of the root canals of the incisors cuspids and bicuspids of the permanent teeth. J Am Dent Assoc. 1933;20(8):1365-86.

Neelakantan P, Subbarao C, Ahuja R, Subbarao CV, Gutmann JL. Cone-beam computed tomography study of root and canal morphology of maxillary first and second molars in an Indian population. J Endod. 2010;36(10):1622-7.

Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV. Comparative evaluation of modified canal staining and clearing technique, cone-beam computed tomography, peripheral quantitative computed tomography, spiral computed tomography, and plain and contrast medium-enhanced digital radiography in studying root canal morphology. J Endod. 2010;36(9):1547-51.

Ng YL, Aung TH, Alavi A, Gulabivala K. Root and canal morphology of Burmese maxillary molars. Int Endod J. 2001;34(8):620-30.

Nielsen RB, Alyassin AM, Peters DD, Carnes DL, Lancaster J. Microcomputed tomography: an advanced system for detailed endodontic research. J Endod. 1995;21(11):561-8.

Nosonowitz DM, Brenner MR. The major canals of the mesiobuccal root of the maxillary 1st and 2nd molars. N Y J Dent. 1973;43(1):12-5.

Okumura T. Anatomy of the root canals. J Am Dent Assoc 1927;14(4):632-6.

Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. J Can Dent Assoc (Tor). 1971;37(8):305-8.

Paque F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. J Endod. 2009;35(7):1056-9.

Park JW, Lee JK, Ha BH, Choi JH, Perinpanayagam H. Three-dimensional analysis of maxillary first molar mesiobuccal root canal configuration and curvature using micro-computed tomography. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2009;108(3):437-42.

Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T. New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. Int Endod J. 2009;42(6):447-62.

Pecora JD, Sousa Neto MD, Saquy PC, Woelfel JB. In vitro study of root canal anatomy of maxillary second premolars. Braz Dent J. 1993;3(2):81-5.

Peikoff MD, Christie WH, Fogel HM. The maxillary second molar: variations in the number of roots and canals. Int Endod J. 1996;29(6):365-9.

Peiris R, Takahashi M, Sasaki K, Kanazawa E. Root and canal morphology of permanent mandibular molars in a Sri Lankan population. Odontology. 2007;95(1):16-23.

Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. J Dent Res. 2000;79(6):1405-9.

Peters OA, Schonenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. Int Endod J. 2001;34(3):221-30.

Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7,275 root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1972;33(1):101-10.

Pineda F. Roentgenographic Investigation of Mesiobuccal Root of Maxillary First Molar. Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics. 1973;36(2):253-60.

Plotino G, Grande NM, Pecci R, Bedini R, Pameijer CN, Somma F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. Journal of the American Dental Association. 2006;137(11):1555-61.

Pomeranz HH, Fishelberg G. The secondary mesiobuccal canal of maxillary molars. J Am Dent Assoc. 1974;88(1):119-24.

Pucci FMR, G. Conductos radiculares. 1944.

Reis AGARG-S, R.; Barletta, F. B; Fontanella, V. R. C.; Mahl, C. R. W. Second Canal in Mesiobuccal Root of Maxillary Molars Is Correlated with Root Third and Patient Age: A Cone-beam Computed Tomographic Study. Journal of Endodontics. 2013; Article in press.

Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. Int Endod J. 1999;32(3):165-70.

Rwenyonyi CM, Kutesa AM, Muwazi LM, Buwembo W. Root and canal morphology of maxillary first and second permanent molar teeth in a Ugandan population. International Endodontic Journal. 2007;40(9):679-83.

Seidberg BH, Altman M, Guttuso J, Suson M. Frequency of two mesiobuccal root canals in maxillary permanent first molars. J Am Dent Assoc. 1973;87(4):852-6.

Sempira HN, Hartwell GR. Frequency of second mesiobuccal canals in maxillary molars as determined by use of an operating microscope: a clinical study. J Endod. 2000;26(11):673-4.

Sert S, Aslanalp V, Tanalp J. Investigation of the root canal configurations of mandibular permanent teeth in the Turkish population. Int Endod J. 2004;37(7):494-9.

Sert S, Bayirli GS. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population. J Endod. 2004;30(6):391-8.

Sert S, Sahinkesen G, Topcu FT, Eroglu SE, Oktay EA. Root canal configurations of third molar teeth. A comparison with first and second molars in the Turkish population. Aust Endod J. 2011;37(3):109-17.

Slowey RR. Radiographic aids in the detection of extra root canals. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1974;37(5):762-72.

Slowey RR. Root-Canal Anatomy - Road Map to Successful Endodontics. Dental Clinics of North America. 1979;23(4):555-73.

Spagnuolo G, Ametrano G, D'Anto V, Formisano A, Simeone M, Riccitiello F, et al. Microcomputed tomography analysis of mesiobuccal orifices and major apical foramen in first maxillary molars. Open Dent J. 2012;6:118-25.

Stropko JJ. Canal morphology of maxillary molars: clinical observations of canal configurations. J Endod. 1999;25(6):446-50.

Swain MV, Xue J. State of the Art of Micro-CT Applications in Dental Research. International Journal of Oral Science. 2009;1(4):177-88.

Tachibana H, Matsumoto K. Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. Endod Dent Traumatol. 1990;6(1):16-20.

Thomas RP, Moule AJ, Bryant R. Root-Canal Morphology of Maxillary Permanent 1st Molar Teeth at Various Ages. International Endodontic Journal. 1993;26(5):257-67.

Vande Voorde HE, Odendahl D, Davis J. Molar 4th canals: frequent cause of endodontic failure? Ill Dent J. 1975;44(12):779-86.

Verma P, Love RM. A Micro CT study of the mesiobuccal root canal morphology of the maxillary first molar tooth. Int Endod J. 2011;44(3):210-7.

Vertucci FA, Francois KJ. Endodontic therapy of a mandibular second premolar: a case report with clinical correlations. Fla Dent J. 1986;57(1):25-7.

Vertucci FJ. Root canal anatomy of the human permanent teeth. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1984;58(5):589-99.

Vertucci FJ. Root canal anatomy of the mandibular anterior teeth. J Am Dent Assoc. 1974;89(2):369-71.

Vertucci FJ. Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. Endodontic Topics. 2005;10:3-29.

Villas-Boas MH, Bernardineli N, Cavenago BC, Marciano M, Del Carpio-Perochena A, de Moraes IG, et al. Micro-computed tomography study of the internal anatomy of mesial root canals of mandibular molars. J Endod. 2011;37(12):1682-6.

Weine FS, Hayami S, Hata G, Toda T. Canal configuration of the mesiobuccal root of the maxillary first molar of a Japanese sub-population. Int Endod J. 1999;32(2):79-87.

Weine FS, Healey HJ, Gerstein H, Evanson L. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1969;28(3):419-25.

Weller RN, Niemczyk SP, Kim S. Incidence and position of the canal isthmus. Part 1. Mesiobuccal root of the maxillary first molar. J Endod. 1995;21(7):380-3.

Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S, Meyers J. A 5 yr clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. Journal of Endodontics. 2005;31(4):262-4.

Wolcott J, Ishley D, Kennedy W, Johnson S, Minnich S. Clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars. J Endod. 2002;28(6):477-9.

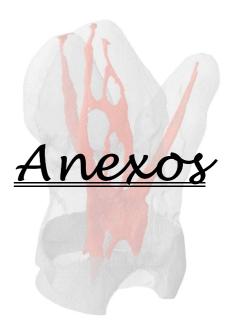
Wu MK, R'Oris A, Barkis D, Wesselink PR. Prevalence and extent of long oval canals in the apical third. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2000;89(6):739-43.

Yoshioka T, Villegas JC, Kobayashi C, Suda H. Radiographic evaluation of root canal multiplicity in mandibular first premolars. Journal of Endodontics. 2004;30(2):73-4.

Yu DC, Schilder H. Cleaning and shaping the apical third of a root canal system. Gen Dent. 2001;49(3):266-70.

Zhang R, Yang H, Yu X, Wang H, Hu T, Dummer PM. Use of CBCT to identify the morphology of maxillary permanent molar teeth in a Chinese subpopulation. Int Endod J. 2011;44(2):162-9.

Zheng QH, Wang Y, Zhou XD, Wang Q, Zheng GN, Huang DM. A cone-beam computed tomography study of maxillary first permanent molar root and canal morphology in a Chinese population. J Endod. 2010;36(9):1480-4.



Anexo 1

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU-USP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise da anatomia dos canais radiculares de molares superiores em microtomografia computadorizada

Pesquisador: Marcela Milanezi de Almeida

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 02210112.5.0000.5417

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Bauru-USP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 150.862 Data da Relatoria: 31/10/2012

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um pesquisa referente a dissertação de mestrado. Os autores descrevem que uma das principais causas de fracasso endodôntico é a incapacidade de reconhecer e, portanto, tratar adequadamente todos os canais do sistema de canais radiculares, bem como as áreas de complexidade como istmos. Uma dificuldade encontrada no tratamento endodôntico

é o fato de que essas variações anatômicas não são clinicamente ou radiograficamente possíveis de serem localizadas ou determinadas com precisão, levando também à controvérsia sobre o que é mais efetivo, se o preparo biomecânico ou a obturação do sistema de canais radiculares. O trabalho se justifica, devido a escassez na literatura de estudos que fazem uso da microCT para análise da morfologia anatômica interna de molares superiores com raízes fusionadas ou não, bem como o diâmetro e volume. Serão analisados 120 molares (95 com raízes separadas e 25 com raízes fusionadas) 1º

e 2º molares superiores humanos, os quais já se encontram selecionados, extraídos por motivos periodontais, com ápices completamente desenvolvidos, com coroas íntegras, e que não foram tratados endodonticamente.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente estudo será analisar por meio da microtomografia computadorizada (microCT) a anatomia interna de molares superiores

tomando em consideração: - o número e a disposição dos canais radiculares. - a presença de

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9

Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901

F: SP Município: BAURU

FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU-USP



canais acessórios e suas comunicações no terço

apical. - o número de forames e deltas apicais. - disposição e presença do quarto canal havendo probabilidade de forame independente ou não. Estudar as variações anatômicas com ênfase na presença de fusão da raiz palatina com a raiz mesiovestibular ou raiz palatina com a raiz distovestibular. - Avaliar morfométricamente o volume apical, presença de istmos e diâmetro vestíbulolingual e mesiodistal dos canais nos diferentes níveis do terço apical.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Não há.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Tarta-se de um estudo relevante para a prática clínica, pois os resultados possibilitarão ao clínico uma delineação de protocolos e cuidados durante o tratamento endodôntico, buscando a excelência e consequentemente um maior índice de sucesso.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os dentes já foram selecionados e doados, constando o documento devidamente assinado pela cirurgiã dentista Luciana David, CROSP 83477. Todos os demais documentos estão apresentados corretamente

Recomendações:

Não há.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando que a documentação está de acordo com a Resolução 196/96, sou de parecer favorável a aprovação deste projeto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Esse projeto foi considerado APROVADO. O CEP-FOB/USP exige a apresentação de relatórios anuais (parciais e finais), conforme o cronograma apresentado. Qualquer alteração na metodologia e/ou título e a inclusão ou exclusão de autores deverá ser prontamente comunicada. Lembramos que na apresentação do relatório final, deverão ser incluídos todos os TCLEs e/ou termos de doação de dentes devidamente assinados e rubricados.

Endereço: DOUTOR OCTAVIO PINHEIRO BRISOLLA 75 QUADRA 9
Bairro: VILA NOVA CIDADE UNIVERSITARIA CEP: 17.012-901

UF: SP

Município: BAURU

Telefone: (14)3235-8356

Fax: (14)3235-8356

E-mail: mferrari@fob.usp.br

Anexo 2

[System]

Scanner=Skyscan1174

Instrument SN=09G02060

Hardware=C

Secure mode=OFF

Software=Version 3. 2 (build 2)

Home Directory=C:\SkyScan

Tube=Hamamatsu 100/250

Camera=Princeton Instruments

Camera Pixel Size (um)= 12.56

Camera X/Y Ratio=1.0073

[Acquisition]

Data Directory=C:\RESULTS\JP longo microCT\teste bnt\Tese Marcela\Dente60

Filename Prefix=Dente 60_

Source Voltage (kV)= 80

Source Current (uA)= 124

Filter=Al 1.0 mm

Object to Source (mm)=121.000

Camera to Source (mm)=165.000

Number Of Files= 0

Number Of Rows= 1336

Number Of Columns = 2000

Optical Axis (line)= 690

Image Pixel Size (um)= 18.1020

Image Format=TIFF

Depth (bits)=16

Data Offset (bytes)= 264

Horizontal overlap (pixel)=0

Camera horizontal position=Center

Visual Camera=OFF

Screen LUT=0

Exposure (ms)= 400

Rotation Step (deg)=0.300

Frame Averaging=On (4)

Scanning position=116.475 mm

Suggested beam-hardening correction=10

Suggested HU-Calibration=238000

Number of connected scans=1

Use 360 Rotation=NO

Rotation Direction=CC

Scanning Trajectory=ROUND

Type Of Motion=STEP AND SHOOT

Camera Offset=OFF

Scanning Start Angle=197.400

Study Date and Time=Aug 12, 2012 15:19:18

Scan duration=00:33:41

[Reconstruction]

Reconstruction Program=NRecon Program Version=Version: 1.6.6.0

Program Home Directory=C:\Users\Skyscan\Downloads\nreconLocal

Reconstruction engine=NReconServer

Engine version=Version: 1.6.6 Reconstruction from batch=Yes

Reconstruction servers= SKYSCAN-PC

Option for additional F4F float format=OFF

Reconstruction mode=Standard

Dataset Origin=Skyscan1174

Dataset Prefix=Dente 60_

Dataset Directory=C:\RESULTS\JP longo microCT\teste bnt\Tese Marcela\Dente 60

Output Directory=C:\RESULTS\JP longo microCT\teste bnt\Tese Marcela\Dente 60\Dente

60 Rec

Time and Date=Aug 13, 2012 01:12:40

First Section=58

Last Section=1334

Reconstruction duration per slice (seconds)=2.583399

Total reconstruction time (1277 slices) in seconds=3299.000000

Postalignment=0.00

Section to Section Step=1

Sections Count=1277

Result File Type=JPG

Result File Header Length (bytes)=Unknown: compressed JPG format (100%)

Result Image Width (pixels)=960

Result Image Height (pixels)=884

Pixel Size (um)=18.10413

Reconstruction Angular Range (deg)=197.70

Use 180+=OFF

Angular Step (deg)=0.3000

Smoothing=2

Smoothing kernel=0 (Asymmetrical boxcar)

Ring Artifact Correction=9

Draw Scales=OFF

Object Bigger than FOV=OFF

Reconstruction from ROI=ON

ROI Top (pixels)=1273

ROI Bottom (pixels)=387

ROI Left (pixels)=565

ROI Right (pixels)=1528

ROI reference length=2000

Filter cutoff relative to Nyquisit frequency=100

Filter type=0

Filter type meaning(1)=0: Hamming (Ramp in case of optical scanner); 1: Hann; 2: Ramp; 3:

Almost Ramp;

Filter type meaning(2)=11: Cosine; 12: Shepp-Logan; [100,200]: Generalized Hamming,

alpha=(iFilter-100)/100

Undersampling factor=1

Threshold for defect pixel mask (%)=0

Beam Hardening Correction (%)=46

CS Static Rotation (deg)=0.00

Minimum for CS to Image Conversion=0.000000

Maximum for CS to Image Conversion=0.072600

HU Calibration=OFF

BMP LUT=0

Cone-beam Angle Horiz.(deg)=17.019047

Cone-beam Angle Vert.(deg)=11.415150

ANEXO 3

