UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU

Carolina Altagracia Filpo Pérez

**Análise quantitativa da anatomia dos canais radiculares
distais dos molares inferiores mediante a microtomografia
computadorizada**

BAURU
2013

CAROLINA ALTAGRACIA FILPO PÉREZ

Analise quantitativa da anatomia dos canais radiculares distais
dos molares inferiores mediante a microtomografia
computadorizada

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas Aplicadas, na área de concentração em endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante

Versão Corrigida

BAURU
2013

Filpo Pérez, Carolina Altagracia
F487a Análise quantitativa da anatomia dos canais
radiculares distais dos molares inferiores mediante a
microtomografia computadorizada / Carolina A. Filpo
Pérez Bauru, 2013.

102 p.: il.; 31 cm.

Tese. (mestrado) – Faculdade de Odontologia de
Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante

Nota: A versão original desta dissertação encontra-se disponível no Serviço de Biblioteca e Documentação da Faculdade de Odontologia de Bauru – FOB/USP.

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 140.656
Data: 31/10/2012

DADOS CURRICULARES

Carolina Altaigracia Filpo Pérez

Nascimento	9 de Janeiro de 1986 Santiago, República Dominicana
Filiação	Alfa Margarita Pérez Tavaréz Juan Bautista Filpo Mercado
2003-2008	Graduação em Odontologia na Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra / PUCMM Santiago, República Dominicana
2009-2010	Curso de especialização em Endodontia na Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo / FOB-USP
2011-2013	Curso de Pós-Graduação em Endodontia, nível de mestrado, na Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo/FOB-USP
2012- Atual	Curso de especialização em Radiologia e Imagens digitais no Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais da Universidade de São Paulo / HRAC-USP

DEDICATÓRIA

A **Deus** e a **Nossa Senhora da Altagracia**, que estão presente em todos os dias de minha vida, abençoando-me e orientando meus passos, dando-me força e valor para seguir para frente. Além de todo por conceder-me a oportunidade de realizar mais um sonho.

Aos meus pais, **Juan Bautista Filpo** e **Alfa Margarita Pérez**, que ao longo de toda minha vida demonstraram que o amor não tem limites, um amor único, eterno e incondicional. Agradeço pelo grande exemplo, pelo apoio, esforços, conselhos, carinho, pela confiança e pelo mais grande, a vida.

A meus irmãos **Juan Bautista Filpo** e **Juan Ariel Filpo**, por serem especiais em minha vida, sempre torcendo por mim, ajudando-me, apoiando-me e compartilhando minhas conquistas. Agradeço o respeito e admiração que recebo de vocês, sempre seguirei sendo a sua hermanita.

A meus sobrinhos **Ana Isabel**, **Juan Armando** e **Miranda**, pelo carinho para sua tia ninina, a espera impaciente de minha volta a casa e por serem muito especiais para mim. Este meu esforço espero que sirva de exemplo para vocês, com certeza terão meu apoio.

Amo muito vocês ...

“Você pode sonhar, criar, desenhar e construir o lugar mais maravilhoso do mundo... Mas é necessário ter pessoas e acreditar em Deus para transformar seu sonho em realidade”.

(Walter Elías Disney)

Meus sinceros agradecimentos...

Ao **Prof. Dr. Clovis Monteiro Bramante**, pela oportunidade de ter-lo como meu orientador, e pelo constante incentivo à busca dos conhecimentos. Pela compreensão, paciência e dedicação comigo para que hoje nós conseguíssemos concluir este trabalho. Agradeço, também, pela confiança em mim depositada que me fizeram crescer profissionalmente neste tempo. Respeito e admiro muito ao senhor, me sinto afortunada por haver tido a experiência de trabalhar junto a você, serei eternamente agradecida.

Ao **Prof. Dr. Marcos Antonio Hungaro Duarte**, com quem muito aprendi, agradeço por ter incentivado o meu gosto pela pesquisa e a docência, e por toda sua ajuda. O senhor é um exemplo de competência, dedicação e responsabilidade, o admiro muito.

Aos professores do departamento da endodontia da FOB/USP, **Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia, Profa. Dra. Flaviana Bombarda de Andrade, Prof. Dr. Ivaldo Gomes de Moraes e Prof. Dr. Norberti Bernardineli**, muita obrigada pela dedicação, por compartilhar conosco seus conhecimentos e pela amizade. Minha sincera gratidão, admiração e o respeito que tenho por vocês.

A meus companheiros do mestrado **Amanda Maliza, Bruno Guimarães, Marcela Arias, Marcela Milanezi, Marcelo Vitoriano, Milena da Silva e Pablo Amoroso**, pelo convívio e cumplicidade do dia a dia, pelo aprendizado que recebi de cada um de vocês e pela ajuda. Valeu companheiros, vocês serão inesquecíveis. Desejo para vocês muitos sucesso em suas vidas.

A **Ronald Ordinola Zapata, Bruno Cavalini Cavenago e Marcelo Hass Vilas Bôas**, vocês são donos deste trabalho, sempre que precisei vocês estiveram prontos para me ajudar desde o principio até o final, também quero agradecer aos demais colegas do doutorado **Aldo del Carpio Perochena, Clarissa Teles, Marina Marciano, Raquel Midená e Paloma Minotti**, guardo de vocês boas lembranças e carinho. Muitos sucessos para vocês!

Às funcionárias **Suely Bettio e Andresa Tioffi**, pelo profissionalismo, gentileza e atenção presentes em todos os momentos, muito obrigada de todo coração.

A **Edimauro de Andrade**, pela disposição para trabalhar, pela ajuda incondicional, pela amizade e suas brincadeiras, muita obrigada para você também.

Aos professores do setor de radiologia do Hospital de Reabilitação de Anomalias Craniofaciais HRAC/USP **Dra. Profa. Izabel M. Carvalho, Prof. Carlos C. Pires, Ms. Profa. Bruna S. Centurion e Ms. Prof. Otavio Pagin** e meus companheiros **Alexandre Nogueira, Ingrid Albano, Ivna Albano, Kleber de Oliveira, Layanne Moura, Lida Velazque, Milena Pita, Rosana Tucunduva e Samuel Frias**, e os funcionários **Flavio, Irene, José e Vinicius**, pela ajuda, compreensão e conselhos, quando em horário de ficar no hospital eu trabalhava neste projeto.

Aos funcionários da **Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Bauru**, exemplos de eficiência, organização, dedicação e simpatia.

Aos funcionários da **Secretaria de Pós-graduação** da Faculdade de Odontologia de Bauru a **Leila Sanches, Margareth Mokarzel, Ana Letícia Momesso e Fátima Carvalho**, muito obrigada pelo auxílio em todos os momentos.

*“Feliz aquele que transfere o que sabe,
e aprende o que ensina”
(Cora Coralina)*

Agradecimentos

A minha avó que Deus nos tem permitido ter até hoje **Ernestina Tavarez**, e meus tios **Eugenia, Gladis, Ramon e Rafael**, que me apoiaram em minha decisão e estão orgulhosos de minha conquista.

A minha cunhada **Ana J. Rodriguez**, pelo carinho, conselhos e por ser como uma irmã para mim.

E a toda minha grande família , irmãos paternos, sobrinhos, primos e primas, madrinhas e padrinho que estiveram sempre torcendo por mim. Agradeço todo amor e carinho, muito obrigada a vocês.

Ao meu namorado **José Guillermo Castillo**, pela compreensão de minha constante ausência, pois sem o seu amor, conselhos e paciência tudo seria mais difícil.

Sou grata, também, pela família dele **Miladys Almanzar, Maria del Pilar Castillo e José Castillo**, pela força, incentivo e por todo o carinho que sempre recebi.

A meus amigos de infância **Emely Frias, Francina Cabral, Harold de Moya, Juan Manuel Lozano, Junior Pilarte, Kelvin Castillo, Leonardo Ferreira, Máximo Bernard, Olga Frias e Trigal Ferreira**, apesar das coisas não serem como antes, nunca nos desligamos, a distância não foi capaz de afastarmos, obrigada mais uma vez pela amizade a anos e o carinho.

A **Ana Miriam Garrido, Cleriston Maia de Almeida, Emilia Caba, Erika Kuriki, Issamarit Garcia, Gustavo Godoi, Luciana Vitti Vetti, Maria Alejandra Frías, Manuela Rodriguez, Nilse Toledo e família** por todos os momentos compartilhados, conselhos, carinho e por serem minha família bauruense. Obrigada de todo coração.

Agradecimentos Institucionais

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

À Comissão de Pós-graduação na pessoa do **Prof. Dr. Paulo César Rodrigues Conti**.

Ao Coordenadores do programa de Pós-graduação em Endodontia **Prof. Dr. Roberto Brandão Garcia (2011)**, Foi o senhor que me incentivou para voltar novamente a Bauru e iniciar o curso de mestrado, e ao **Prof. Dr. Marcos Antonio Hungaro Duarte (2012)** por toda ajuda e conselhos neste tempo.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo para a realização deste trabalho.

“Há momentos na vida que se deveria calar... e deixar que o silêncio falasse ao coração, pois há sentimentos que a linguagem não expressa... e há emoções que as palavras não sabem traduzir”
(autor desconhecido)

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de imagens obtidas a partir da microtomografia computadorizada (micro-ct), a morfologia interna de canais radiculares distais de molares inferiores. Com imagens de raízes distais de primeiros e segundos molares inferiores foram obtidas com os microtomógrafos (Skyscan 1176 e 1174, Bélgica) utilizando uma resolução de 18.1µm. Após, a reconstrução das imagens foram feitos os modelos 3D com ajuda da ferramenta CTan e CTvol para a visualização e padronização segundo a classificação de Vertucci. Os seguintes parâmetros foram estudados: classificação morfológica, prevalência do canal principal e ramificações, classificação e prevalência de istmos, forma dos canais, diâmetro apical por meio das distâncias mesiodistais e vestibulolinguais e avaliação do volume apical. Para a avaliação do número, forma dos canais e a presença de istmos foi feito um registro de 9 cortes de cada imagem desde 1,0 até 5,0 mm apicais, considerando 0,5 mm aquém do comprimento real do canal. Para fazer a mensuração do diâmetro mesiodistal e vestibulolingual foi alinhada cada imagem por meio do programa DataViewer e depois foram feitas as anotações das medidas dos canais nos 5,0 mm apicais. O volume apical foi calculado de acordo com a ferramenta 3D Analysis do software CTan. Os resultados foram submetidos ao análise descritiva com o cálculo da porcentagem de ocorrência. Os resultados mostraram que a morfologia do canal mais prevalente foi a tipo I de Vertucci (76%), seguida do tipo V de Vertucci (11%). A forma do canal mais comum foi a circular de 1,0 a 3,5 mm, seguido pela oval de 4,0 a 5,0 mm. A presença de um canal único foi a mais prevalente nos níveis de 1,0 a 5,0 mm. O istmo mais observado foi o do tipo I de Hsu & Kim (86%) no nível de 1,0 mm, seguido do tipo 5 (39%) a 5,0 mm. Na mensuração das distâncias, a vestibulolingual foi maior que a mesiodistal e o volume aumentou de apical para cervical. Conclui-se que nos canais distais a classificação de Vertucci mais comum foi a tipo I, seguida do tipo V; a presença de um canal único foi o mais prevalente tanto nos níveis de 1,0 como 5,0 mm; quanto a forma do canal, a circular foi a mais predominante desde 1,0 a 3,5 mm (65%), seguida pela forma oval em 4,0 a 5,0 mm (40%); a forma achatada foi a menos prevalente em todos os níveis. A presença de istmos mais observada foi a do tipo I, nos níveis de 1,0 a 5,0 mm. As medidas das distâncias vestibulo-linguais foram maiores em todos os níveis da raiz comparadas com as medidas mesio-distais, e o volume aumentou de apical para cervical.

Palavras chaves: anatomia dental. molares inferiores. istmos. microtomografia computadorizada.

ABSTRACT

The objective of this study to evaluate by means of images obtained from computed microtomography (micro-ct), the morphology of the distal root canals of mandibular molars. One hundred images of distal roots of first and second lower molars were obtained with the microtomography (Skyscan 1176 and 1174, Belgium) using a resolution of 18.1 μm . After the reconstruction of the images were analyzed with CTan and CTvol to viewing and standardization according to the classification of Vertucci. The following parameters were evaluated: morphological classification, prevalence the principal canals and ramifications, classification and prevalence isthmus, shape of the canals, through apical diameter mesio-distal and bucco-lingual interval and apical volume. For evaluation of the number, shape of the canals and the presence of isthmus were searched 9 sections of each image from apical 1.0 to 5.0 mm, 0.5 mm before the canals length. To measure mesio-distal and bucco-lingual diameter each image ranged up through DataViewer and then made notations of measurements of the canals in the apical 5.0 mm. The apical volume was calculated in according to the 3D Analysis. The results were subjected to descriptive analysis with the calculation of the percentage of occurrence. The results showed that the morphology the most prevalent was canal type I the Vertucci (76%), followed by type V the Vertucci (11%). The most common canal shape was circular 1.0 to 3.5 mm, followed by the oval in 4.0 mm to 5.0 mm. The presence of a single canal was the most prevalent in levels of 1.0 to 5.0 mm. The isthmus was the most frequently observed type I of the Hsu & Kim (86%) in the level of 1.0 mm, followed by type V (39%) to 5.0 mm. In the measurements of distances, the bucco-lingual was greater than the mesio-distal and volume increased from apical to cervical. The most common Vertucci's classification of the distal canal was the type I, followed by type V; the presence of a single canal was the most prevalent in the levels of 1.0 to 5.0 mm; in the shape of canal, the circular shape was the most common from 1.0 to 3.5 mm (65%), followed by oval shape at 4.0 to 5.0 mm (40%), the flattened shape was less frequent in all levels. The presence of isthmuses most observed was the type I, at levels of 1.0 to 5.0 mm. The measures of bucco-lingual interval were greater at all levels of the root compared to mesio-distal measures, and the volume increased from apical to cervical.

Keywords: dental anatomy. lower molars. isthmus. computed microtomography

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Microtomógrafos usados na obtenção das imagens	49
Figura 2	- Representação da determinação do set the bottom of seletion set the top of seletion	51
Figura 3	- Seleção da área de interesse (ROI)	52
Figura 4	- Área de interesse binarizada	52
Figura 5	- Representação do modelo do canal binarizado por meio do Software CTvol	53
Figura 6	- Classificações morfológicas de Vertucci e outros autores	54
Figura 7	- Classificação morfológica do canal distal	55
Figura 8	- Exemplos dos cortes sagitais das imagens depois de Binarizadas	57
Figura 9	- Corte de uma amostra mostrando 3 foraminas	57
Figura 10	- Classificação de Hsu & Kim	58
Figura 11	- Representação da forma dos canais	59
Figura 12	- Representação do ícone Data Viewer	60
Figura 13	- Exemplo da mensuração do canal distal	60
Figura 14	- Representação do ícone Processed Images	61
Figura 15	- Representação do ícone 3D Analysis	62
Figura 16	- Representação do quadro de avaliação para volume	62
Figura 17	- Apresentação do volume do objeto em mm ³	63
Figura 18	- Representação de dois canais sem presença de istmo e com diferença no formato anatômico interno	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros do microtomógrafo.....	50
Tabela 2 - Prevalência (%) da morfologia dos canais distais dos molares inferiores.....	67
Tabela 3 - Porcentagem da prevalência canal principal e ramificações.....	68
Tabela 4 - Presença e classificação de istmos.....	69
Tabela 5 - Avaliação da forma dos canais	70
Tabela 6 - Representação da mediana e da média das medidas do canal distal (mesiodistal e vestibulolingual) a 1mm apical	71
Tabela 7 - Representação da mediana e da média das medidas do diâmetro dos canais distais (mesiodistal e vestibulolingual) a 2 mm apicais	71
Tabela 8 - Representação da mediana e da média das medidas do diâmetro dos canais distais (mesiodistal e vestibulolingual) a 3 mm apicais	72
Tabela 9 - Representação da mediana e da média das medidas do diâmetro dos canais distais (mesiodistal e vestibulolingual) a 4 mm apicais	72
Tabela 10 - Representação da mediana e da média das medidas do diâmetro dos canais distais (mesiodistal e vestibulolingual) a 5 mm apicais	73
Tabela 11 - Volume apical.....	74

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

%	porcentagem
<	menor
#	número
no	número
°C	graus Celsius
CBCT	tomografia computadorizada de feixe cônico
cm	centímetro (s)
KV	quilovolts
kVp	potencial de quilovoltagem
mA	miliampere
MEV	microscopia eletrônica de varredura
micro-ct	microtomografia computadorizada
min	minuto (s)
ml	mililitro (s)
mm	milímetro (s)
MP	megapixel
μm	micrómetro
μA	microampère
NiTi	níquel-titânio
p	significância estatística
rpm	rotações por minuto
s	segundo (s)
TC	tomografia computadorizada
μm	micrômetro
3D	terceira dimensão

CTan	software analyser
CTvol	software de visualização
mm3	milímetro (s) cúbico (s)
RE	radix entomolaris
AMC	canal acessório mesial
DR	radiografia digital
CI	inspeção clínica
Rx	radiografia
MO	microscopio operatorio
OM	observação macroscópica
hr	hora (s)
CV	vista clínica
PV	vista proximal
V	volts
SAF	Self Adjusted File
Fig.	figura
TIFF	formato de arquivo
CCD	charge coupled device
GHz	gigahertz
Gb	gigabyte (s)
Kb	kilobyte (s)
RAM	random access memory
PC	computador pessoal
Tb	terabyte (s)
HD	disco rígido exterior

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DA LITERATURA	21
2.1	ANATOMIA DE MOLARES INFERIORES.....	26
2.2	ISTMOS.....	32
2.3	MORFOLOGIA DO CANAL	35
2.4	MICROTOMOGRÁFIA COMPUTADORIZADA OU MICRO CT.....	38
3	PROPOSIÇÃO	43
4	MATERIAIS E MÉTODOS	47
4.1	SELEÇÃO DAS AMOSTRAS	49
4.2	RECONSTRUÇÃO DAS IMAGENS EM MODELOS 3D.....	51
4.3	CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DO CANAL DISTAL DO MOLAR INFERIOR.....	53
4.4	ESTUDO BIDIMENSIONAL QUALITATIVO	55
4.4.1	Prevalência de ramificações a nível apical	57
4.4.2	Classificação e prevalência dos istmos	58
4.4.3	Forma do canal.....	59
4.5	ESTUDO BIDIMENSIONAL QUANTITATIVO	59
4.6	AVALIAÇÃO DO VOLUME APICAL	61
4.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	63
5	RESULTADOS.....	65
5.1	CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DO CANAL DO MOLAR INFERIOR	67
5.2	AVALIAÇÃO DO NÚMERO DE RAMIFICAÇÕES NO TERÇO APICAL	68
5.3	AVALIAÇÃO DA FORMA DOS CANAIS	69
5.4	PRESENÇA DE ISTMOS	70
5.5	VOLUME APICAL.....	71
5.6	DIÂMETRO MESIODISTAL E VESTIBULOLINGUAL DO CANAL DISTAL	74
6	DISCUSSÃO	75
6.1	DA METODOLOGIA.....	77
6.2	DOS RESULTADOS.....	80
7	CONCLUSÕES	83
	REFERÊNCIAS.....	87
	ANEXOS	99

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O estudo da anatomia da raiz e do canal radicular tem um significado importante para o tratamento endodôntico (VERTUCCI, 1984); Por tal razão o conhecimento da morfologia do canal radicular é um dos requisitos essenciais, porque a biomecânica e a obturação são fortemente baseados nessa informação (FAN et al. 2008). Para realizar o tratamento endodôntico, o profissional tem limitada informação e pouca visão do local onde atua. A visão direta limita-se a embocadura dos canais, enquanto o exame radiográfico dá uma idéia incompleta da morfologia do canal radicular, devido à projeção de um objeto tridimensional num plano bidimensional (PÉCORA et al. 1986).

O sucesso do tratamento endodôntico depende muitas vezes de identificar corretamente a anatomia do sistema completo de canais radiculares para a limpeza e modelagem antes da obturação (Gu et al. 2009).

Além disso, a morfologia dos sistemas de canais varia muito em diferentes etnias e em diferentes indivíduos dentro da mesma raça. É importante estar familiarizado com as variações na anatomia dos dentes e as características em vários grupos raciais (AHMED et al. 2007).

Hess (1925) foi o primeiro a realizar uma investigação detalhada do sistema de canais radiculares da dentição permanente humana; ele relatou a forma e o número de canais radiculares na população branca européia de diferentes faixas etárias que iam de 6 a 55 anos e concluiu que a idade tem influência sobre a forma e o número de canais radiculares nos diferentes tipos de dentes. Em geral, as raízes dos dentes de indivíduos jovens têm canal único de grande porte. Com a idade, a deposição de dentina secundária provoca o desenvolvimento de canais atípicos, separados e com ligações transversais.

O primeiro molar inferior mostra variação anatômica, com 2 a 4 raízes separadas, e os canais comumente vistos são dois na raiz mesial e 1 ou 2 na distal (GHODDUSI, 2007). Além dessas variações anatômicas as raízes podem ter istmos, dois canais e alterações no diâmetro apical (VILLAS-BÔAS et al. 2011). Essas

variações não podem ser determinadas no exame radiográfico convencional realizado antes de iniciar o tratamento endodôntico, o que pode comprometer o processo de descontaminação e modelagem dos canais (DE PABLO et al. 2012).

A necessidade de conhecimento completo e exato da anatomia dental tem sido reconhecida desde o início do século passado. A anatomia interna, obviamente, é uma das bases do reparo após um tratamento endodôntico (KUTTLER, 1955), e isto se torna tão indispensável quanto o diagnóstico e planejamento antes do início do procedimento clínico.

Muita atenção é voltada para o terço apical do sistema de canais radiculares, pois algumas particularidades são de grande importância na endodontia, como a posição do forame apical, pois este é a comunicação do sistema de canais radiculares com a região periapical (TEO; CHAN; LOH, 1988). Além disso, esta região é considerada uma zona crítica pela sua complexa anatomia (SIMON, 1994), podendo apresentar canais secundários, acessórios, laterais, istmos, intercanais, foraminas, canais recorrentes ou deltas apicais, espaços estes que podem abrigar bactérias, seus subprodutos e endotoxinas.

Como opção de tratamento, a endodontia oferece a cirurgia parendodôntica, a qual é o procedimento cirúrgico que visa à resolução de problemas criados pelo tratamento endodôntico ou não solucionáveis por ele (BRAMANTE; BERBERT, 2000). A cirurgia parendodôntica, por si só, não cura a inflamação perirradicular. O objetivo primário é remover o tecido periapical inflamado e, necessariamente, proporcionar um selamento apical (EL-SWIAH; WALKER, 1996). Para obtenção deste selamento, utiliza-se a obturação retrógrada (preparo de cavidade apical e preenchimento com material retrobturador) (FRIEDMAN et al., 1991), onde muitas vezes se tem bem definido quantos milímetros apicais devem ser removidos, pela presença de foraminas nessa área.

A microtomografia computadorizada (micro-ct) tem sido muito utilizada nos últimos anos para a avaliação do preparo dos canais radiculares. O uso de tecnologias modernas tem sido defendido com a perspectiva de que dados coletados de dentes intactos estejam prontamente disponíveis para avaliações ou procedimentos posteriores (NIELSEN et al., 1995).

A principal vantagem em relação às demais metodologias já consagradas para esse tipo de avaliação, está na habilidade de demonstrar características morfológicas detalhadas do canal radicular, de maneira precisa e de forma não invasiva (DOWKER; DAVIS; ELLIOTT, 1997; RHODES et al., 1999). Além disso, esse recurso tecnológico oferece dados reprodutíveis em três dimensões que permitem comparações antes e após a instrumentação (RHODES et al.1999; PETTERS et al., 2001; BERGMANS et al., 2001).

Assim, torna-se interessante uma avaliação detalhada por meio da microtomógrafia computadorizada da raiz distal de molar inferior oferecendo subsídio para o tratamento endodôntico, por ser considerada um conduto amplo e único de vestibular para lingual e estreito de mesial para distal, quando esse estreitamento é pronunciado pode dividir a raiz em dois condutos. Além de não ter trabalhos de investigação em relação a avaliação dessa raiz.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

O principal objetivo da terapia endodôntica é prevenir ou curar periodontite apical. Do ponto de vista biomecânico, isto significa limpeza e modelagem do sistema de canais radiculares, e mediante a conformação de um preparo cônico, sentido apical para cervical, sem desvios no trajeto anatômico original, que permita uma obturação tridimensional do sistema de canais radiculares (SCHILDER, 1967, 1974).

No entanto, a complexidade da anatomia do canal radicular apresenta desafios clínicos que muitas vezes prejudicam o objetivo principal dessa terapia (HESS, 1921, PETERS, 2004). O conhecimento da anatomia normal ou com variações dita os parâmetros do tratamento de canal e pode afetar diretamente a probabilidade de sucesso. Todo procedimento cirúrgico endodôntico deve ser precedido de um conhecimento profundo da anatomia do terço apical da raiz (SEGURA-EGEA, et al, 2002; FABRA-CAMPOS, 1989, DE PABLO et al. 2010).

Ingle (1979), relatou uma taxa de sucesso de 94,45% no tratamento endodôntico com base em dados do estudo em Washington. A descoberta mais surpreendente do estudo é que 58,66% das falhas foram atribuídas à incompleta obturação do canal. A segunda maior causa de falha foi de perfuração radicular, 9,61%. Portanto, as duas maiores causas de fracasso são obturação incompleta e imperfeita instrumentação (STRONER, REMEIKIS, CARR, 1984).

Segundo Walia, Brantley, Gerstein (1988); Gambarini (2000); Lopes, Siquiera Jr. (2010), a anatomia interna do dente impõe limitações ao correto preparo do canal radicular, devido as suas inúmeras variações: irregularidades, istmos, ramificações, presença de curvaturas, etc. Estas variações dificultam não só a correta limpeza do sistema de canais radiculares, mas também propiciam a ocorrência de acidentes, tais como: perfuração, degrau, desvio apical e fratura de instrumento endodôntico, o que determina muitas vezes o insucesso do tratamento.

A complexidade anatômica do sistema de canais radiculares tem sido bem conhecida desde o início do século passado (RICUCCI, 1998). Muitos estudos sobre

a anatomia restringiam-se para descrição da anatomia externa, porém, logo após iniciaram pesquisas sobre a anatomia dental interna.

Um desses estudos pioneiros foi em 1901, no qual Preiwerk introduziu o método de injeção de metal fundido no interior da cavidade pulpar, e após a solidificação do metal, os dentes eram submetidos a completa descalcificação por meio de ácido nítrico ou clorídrico concentrado, obtendo desse modo um modelo metálico da anatomia interna do dente, mas sem guardar a perfeita relação topográfica do mesmo. Com o decorrer do tempo, esse método sofreu várias modificações quanto ao material utilizado para se injetar na cavidade pulpar. Assim, em 1908, Fischer preconizou o uso de celulóide dissolvida em acetona; Hess em 1917 idealizou a injeção de borracha líquida e sua posterior vulcanização no interior dos dentes (PÉCORA et al. 1986).

Okumura (1927); Hess (1925), realizaram estudos por perfusão de tinta nanquim em dentes diafanizados provando quanto variável e complexo é o sistema de canais radiculares. Demostraram que podem ocorrer diferenciações anatômicas relativas ao desenvolvimento do dente, como ramificações apicais e canais laterais. Estes pesquisadores afirmaram, também, que as ramificações apicais, canais acessórios, e foraminas são comumente encontrados nos diferentes grupos dentais.

Coolidge (1929); analisou histologicamente, a anatomia do ápice radicular, chegando às seguintes conclusões: o canal radicular principal pode apresentar ramificações em vários forames; a junção canal-dentina-cimento não é um ponto fixo e não pode ser utilizada como regra em todos os tratamentos endodônticos, e, finalmente, os canais curvos, as ramificações, e os canais atresiaados não impedem o sucesso do tratamento endodôntico, desde que a infecção seja eliminada e o canal seja bem obturado.

Loos (1909); Pucci & Reig (1944), analisaram a anatomia interna pelo método de desgaste, em cortes longitudinais e transversais, observados ao olho nu. Eles analisaram o número, a forma, as dimensões e a direção das raízes e canais radiculares (PÉCORA et al. 1986).

Muller (1933); Barker & Parson (1969), Pineda & Kuttler (1972); Harrison (1977), propuseram o método radiográfico para o estudo da anatomia interna dos

dentes, tendo como desvantagens a projeção visual do objeto bidimensionalmente (PÉCORA et al. 1986).

O estabelecimento das dimensões da anatomia interna de dentes tem sido um desafio. Estudos de Kuttler (1955); Kerekes e Tronstad (1977), usando radiografias convencionais utilizadas nos procedimentos clínicos mostram detalhes importantes, tais como o número de raiz, canais, o grau da curvatura do canal radicular e a presença de calcificações. As radiografias periapicais são imagens bidimensionais que não fornecem suficientes detalhes da anatomia interna.

Pineda e Kuttler (1972) radiografaram 7.275 dentes extraídos nas incidências mesiodistal e vestibulolingual a fim de verificar o número de canais, curvaturas, ramificações, localização dos forames e frequência de deltas apicais. Entre os dentes referentes à arcada superior, foram observados 289 incisivos centrais, 284 incisivos laterais e 260 caninos. Somente 3,1% dos canais eram retos, e desses, 13,5% eram nos incisivos centrais superiores. As ramificações do canal principal foram encontradas em 30,6% dos dentes, sendo mais frequentes no terço apical. Quando analisado apenas os incisivos centrais superiores, a frequência das ramificações foi 22%, para os incisivos laterais superiores 20,5%, e nos caninos superiores 29,3%. Em 83% dos casos, o forame apical foi detectado lateralmente, e, em alguns, a distância do vértice apical era 2 ou 3 mm. Nos incisivos superiores não foram detectados deltas apicais e em 1,5% dos caninos superiores eles foram encontrados.

Um significativo estudo da anatomia foi realizado por De Deus (1975), envolvendo 1.140 dentes permanentes. Para a observação da anatomia, os dentes foram corados com tinta nanquim e diafanizados. Entre outros aspectos, avaliou a presença de canais laterais, secundários e acessórios. Em 27,4% dos dentes investigados foram encontradas ramificações, sendo 17% no terço apical. Dos incisivos centrais superiores, 8,1% apresentaram canais secundários, dos incisivos laterais superiores, 3,9% e dos caninos superiores, 15% apresentaram canais secundários e 0,7% canais acessórios.

2.1 ANATOMIA DE MOLARES INFERIORES

Segundo, Tratman (1938); Skidmore, Bjørndal (1971), o primeiro molar inferior geralmente apresenta-se com três canais bem definidos, duas raízes a mesial caracterizada por uma superfície plana mesio-distal e ampla superfície vestibulolingual, e uma raiz distal principalmente em linha reta com um canal oval largo ou 2 canais circulares. A variável mais importante relacionado com o número de raízes é a presença de uma terceira raiz distolingual, cuja incidência tem sido associada a grupos étnicos específicos. A morfologia e largura vestibulo-lingual da raiz mesial permite comunicações intercanal e istmos. Segundo Stroner et al. (1984) a raiz distal contém um único canal amplo e a raiz mesial contém dois canais estreitos que se desenvolvem longitudinalmente a partir de um canal simples.

Normalmente, o canal radicular se estreita em direção para a constrição apical e expande-se para formar o forame fisiológico (KUTTLER, 1955).

Skidmore e Bjørndal (1971), relataram que cerca de 88,8% das raízes distais dos primeiros molares inferiores têm apenas um canal. A presença de duas raízes distais é incomum, mas ocorre. Esta raiz adicional que pode ser encontrada distolingualmente foi mencionada pela primeira vez na literatura por Carabelli, 1844. e foi chamada de "*Radix Entomolaris*". Essa raiz foi encontrada nos molares, ocorrendo com maior frequência no segundo molar, e alguns estudos reportaram uma ocorrência bilateral de 50% a 67%.

DeGrood e Cunningham (1997), relataram também um caso clínico, no qual tres canais foram inicialmente identificados mediante uma radiografia periapical; O exame radiográfico revelou que a lima do canal distal estava deslocada para mesial com uma presença de linha radiolúcida em distal. O piso da câmara pulpar foi examinado com um explorador endodôntico, revelando um segundo canal na raiz distal e um terceiro orifício localizado entre os dois canais mesiais.

O molar inferior apresenta uma elevada taxa de intercanais e anastomoses, principalmente nos 5 mm apical, que apresenta um desafio clínico, em termos de limpeza e de desinfecção (HSU, KIM, 1997; GU et al. 2009; DE TOUBES et al. 2012). Inspeção clínica e radiográfica são os métodos tradicionais usados para

identificar canais radiculares. No entanto, a eficácia da inspeção clínica é diretamente dependente do conhecimento do examinador e habilidades, enquanto que a radiografia é limitada por fatores técnicos, como o contraste, angulação e sobreposição de imagens. Cada método tem suas próprias limitações que contribuem para uma taxa relativamente alta de canais não identificados, particularmente quando a localização e o número de canal são atípicos (HESSION, 1977; VANDE VOORDE, ODENDAHL, DAVIS, 1975; CORCORAN, APICELLA, MINES, 2007).

Gulabivala et al. (2001), estudaram a morfologia do canal de molares inferiores usando 139 primeiros, 134 segundos e 58 terceiros molares extraídos de pacientes indígenas Burmeses. Após a injeção de tinta nanquim nos canais, os dentes foram descalcificados e diafanizados com salicilato de metila. Sob a ampliação 3X no microscópio, as seguintes características foram avaliadas: (i) o número de raízes e sua morfologia, (ii) o número de canais por raiz, (iii) configuração dos canais (classificação de Vertucci), (iv) o número de forames apicais, (v) o número e localização de canais laterais e (vi) a presença de comunicações intercanais. A maioria dos molares inferiores apresentaram duas raízes separadas (90% em primeiros molares, 58% em segundos molares, 53% em terceiros molares) e três primeiros molares apresentaram três raízes (10%). Canais em forma de C foram encontrados em 22,4% dos segundos molares inferiores e bifurcação de duas raízes em 14,9%. A maioria (81-100%) das raízes distais cônicas tinham canal classificado como tipo I de Vertucci. Embora o sistema de canais das raízes mesiais sejam mais complexo elas continham dois canais do tipo II (dois canais, um forame) em 52-85% e o tipo IV (dois canais separados) foi o mais prevalente. Molares fusionados ou unirradiculares tinham uma grande variedade na anatomia do sistema do canal com intercomunicações; o canal em forma de C foi achado em 33% dos segundos molares. A maioria das raízes de todos os molares (91-96%) continha um ou dois forames apicais e o terço apical apresentou a maior prevalência de canais laterais.

Gulabivala et al. (2002), avaliaram 351 molares inferiores extraídos de pacientes indígenas tailandeses e encontraram os seguintes resultados: dos 118 primeiros molares inferiores, 13% tinham um terceiro canal disto-lingual. Das raízes fusionadas, 80% eram distais e 100% das raízes disto-linguais apresentavam canal

tipo I da classificação de Vertucci. Dos 60 segundos molares, 10% tinham raízes e canais em forma de C, a maioria dos quais com canal tipo I (33%) e tipo IV (33%) de Vertucci. Dos 173 terceiros molares, 68% tinham duas raízes separadas, 20% tinham raízes fusionadas e 11% tinham uma raiz em forma de C único, a maioria tinha dois canais (61%).

Marroquín, El-Sayed, Willershausen-Zönnchen (2004), avaliaram a distância do ápice anatômico e frequência de forame acessórios, forma e diâmetro do forame em 523 molares superiores e 574 inferiores, de uma amostra da população egípcia por meio de um estereomicroscópio. Houve uma alta porcentagem de dois forames na raiz mesial 87,06% e 71,15% na mesiolingual de molares inferiores e na mesio-vestibular dos primeiros molares superiores, respectivamente; houve uma alta frequência de foraminas acessórios na raiz mesiovestibular de molares superiores 33% e 26% em raízes mesiais de molares inferiores; A forma mais comum do forame foi a oval em 70% e a média dos diâmetros e comprimentos do forame foi de 0,20 a 0,26 mm em molares inferiores, 0,18 a 0,25 mm, nas raízes mesiovestibular e distovestibular e por último 0,22 a 0,29 mm na raiz palatina dos molares superiores.

Segundo Cohen (2005), o primeiro molar inferior é o primeiro dente posterior, que irrompe na boca e é o dente que mais frequentemente requer tratamento de canal. Este dente geralmente tem duas raízes, mas, ocasionalmente, tem três, com dois ou três canais na raiz mesial e um, dois, ou três canais na raiz distal. Os canais mesiais são geralmente MV e ML, mas às vezes há um canal mesio central. Na raiz distal, há um canal (canal distal) ou dois canais (DL e DV), mas às vezes há um terceiro canal disto central.

Ghoddusi et al. (2007) relataram um caso clínico de um primeiro molar inferior com 4 canais distais e dois mesiais em um paciente de 30 anos de idade. Exames de pré-tratamento foram realizado, e a radiografia inicial mostrou que o primeiro molar tinha uma raiz adicional disto-lingual, sugerindo que um ou mais canais adicionais podem estar presentes nessa raiz distovestibular. Este caso mostra uma configuração anatômica rara e ressalta a importância de procurar canais adicionais.

Peiris et al. (2007), examinaram duzentos primeiros e segundos molares

inferiores de pacientes do Sri Lanka. A avaliação da morfologia dos sistemas de canais radiculares dos dentes foi baseada na classificação de Vertucci. Entre os primeiros molares, apenas 3% tinham três raízes. As raízes mesiais do primeiro molar apresentaram-se tipicamente com dois canais e dois forames apical com classificação tipo IV, V, VI de Vertucci. As raízes distais do primeiro molar apresentaram canal com configuração do tipo I. Entre os segundos molares, 6% tinham raízes e canais em forma de C. A maior parte das raízes mesiais do segundo molar mostraram um ou dois canais com um forame apical e do tipo I, II, III da classificação de Vertucci, e a raiz distal comumente mostrou canal tipo I. Comunicações intercanal e canais laterais foram mais frequentes no primeiro molar do que no segundo. As raízes dos molares inferiores e a morfologia do canal da população do Sri Lanka tem afinidades mais próximas com a de pessoas europeias do que as de origem da Ásia Oriental.

No estudo de Ahmed et al. (2007); duzentos primeiros e segundos molares inferiores extraídos entre a faixa etária de 15 a 45 anos foram estudados. Após a abertura coronária a polpa foi removida por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 5% sob energização, e a tinta naquim foi injetada no sistema de canais. Os dentes foram desmineralizados e imersos em salicilato de metila para tornar-los transparentes. As seguintes observações foram feitas (i) o número de raízes e sua morfologia, (ii) o número de canais radiculares por dente, (iii) o número de canais radiculares por raiz e (iv) a configuração do canal. Os resultados mostraram que 59% dos primeiros molares inferiores tinham quatro canais e 3% tinham uma terceira raiz disto-lingual; 68% dos segundos molares inferiores tinham duas raízes separadas, e 10% um canal em forma de C. As configurações mais comuns dos canais eram do tipo IV (73%) e tipo II (14%). Intercomunicações de canais foram mais comuns na raiz mesial, com uma prevalência de 65% em primeiros molares e 49% em segundos molares.

Peiris et al. (2008), investigaram as diferenças na morfologia dos canais de molares inferiores permanentes em várias idades. Examinaram 480 primeiros e segundos molares inferiores. Os dentes foram divididos em 6 grupos e 5 grupos respectivamente, de acordo com a idade do paciente no momento da extração. Foi feita a descontaminação externa dos dentes e acesso conservador na câmara pulpar para a posterior injeção de tinta namquim. Os dentes foram em seguida

desmineralizados durante cinco dias em ácido nítrico a 5% à temperatura ambiente (20° C), e diafanizados por imersão na solução contendo ácido benzóico misturado com benzeno e metilsalicilato durante 2-3 dias. Os dentes foram analisados sob um microscópio em 10X de ampliação. Dependendo do padrão de desenvolvimento, a morfologia do canal da raiz mesial foi classificada em três fases (Hess 1925): Fase 1, grande canal único da câmara pulpar ao ápice sem deposição de dentina secundária; Fase 2, início de diferenciação do canal com o aparecimento de depósitos de dentina secundária e/ou incremento da deposição de dentina secundária; Fase 3, completa diferenciação do canal com completa divisão do sistema de canais. A classificação de Vertucci (1984) foi considerada como a principal referência. Como resultados obtiveram que o desenvolvimento da morfologia dos canais entre os grupos de idade foram significativamente diferentes ($P < 0,0001$). A prevalência de comunicação intercanais nos primeiros molares foi muito mais significativa ($P < 0,0001$) do que nos segundos molares ($P < 0,05$). As raízes mesiais dos primeiros molares apresentaram classificação tipo IV e nos segundos molares tipo I. Canais em forma de C foram encontrados em 3% dos segundos molares. Concluíram que as raízes mesiais dos primeiros e segundos molares tiveram um amplo canal até 11 e 15 anos de idade, respectivamente. Em ambos os molares, o sistema de canais foi completamente definido aos 30-40 anos. A prevalência de comunicação intercanais foi baixa em idades jovens e idosos, mas alta em idades intermediárias.

De Pablo et al. (2010), realizaram uma busca no banco de dados MEDLINE de 1966 a maio de 2010, relacionada com a anatomia das raízes e morfologia do canal radicular do primeiro molar inferior. Dos artigos selecionados foram analisadas a população, número de dentes por estudo, número de canais radiculares, tipo de configuração do canal e identificação do número de forames apicais. Obtiveram 41 estudos incluindo um total de 18.781 dentes. A incidência de uma terceira raiz foi de 13% e foi fortemente correlacionado com a etnia da população estudada. Três canais estavam presentes em 61,3%, 4 canais em 35,7%, e 5 canais em aproximadamente 1%. A raiz mesial revelou dois canais em 94,4% e 3 canais em 2,3%. A configuração do sistema de canais foi Vertucci tipo IV (52,3%), seguido do tipo II (35%). A raiz distal revelou a configuração do tipo I, em 62,7%, seguido do tipo II (14,5%) e IV (12,4%). A presença de istmo foi em média de 54,8% na raiz mesial e

20,2% na distal. Concluíram que o número de raízes no primeiro molar inferior está diretamente relacionada à etnia, que a morfologia do canal radicular pode apresentar ao clínico uma anatomia complexa requerendo abordagens no diagnóstico, modificações de acesso e habilidades clínicas para localizar, negociar, desinfectar e selar o sistema de canais radiculares.

Wang et al. (2010) avaliaram a morfologia da raiz e do canal de primeiros molares inferiores permanentes em uma população chinesa usando tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT). Neste estudo, 558 dentes foram examinados, e os detalhes do sexo, posição dos dentes, número de raízes e de canais, e a configuração do canal foram registrados. No geral, 51,4% dos primeiros molares inferiores permanentes examinados tinham quatro canais, e 25,8% tinham uma raiz disto-lingual. Em 48,1%, o quarto canal estava na raiz disto-lingual. Os canais radiculares mesiais foram do tipo IV em 93,9%, e 62,9% dos canais radiculares distais do tipo I. Nas amostras de três raízes, 94,4% dos canais radiculares mesiais foram do tipo IV, e 98,6% da disto-vestibular e 100% dos canais radiculares disto-lingual eram do tipo I. Além disso, houve uma maior incidência de fusão de três raízes nos primeiros molares inferiores permanentes no lado esquerdo do que no lado direito, mas esta relação não foi significativamente correlacionada com o sexo. Os primeiros molares geralmente apresentaram quatro canais e uma maior prevalência para um canal separado disto-lingual em uma população chinesa.

Karapinar-Kazandag, Basrani, Friedman (2010) investigaram com auxílio de lupas e de microscópio clínico a localização de canais acessórios mesiais de molares inferiores. Foram utilizados 96 dentes montados em manequim. Três independentes endodontistas prepararam as cavidades de acesso e utilizando lupas 4,5x, procuraram detectar e negociar canais acessórios nas raízes mesiais com instrumentos ultrasônicos e o procedimento foi continuado com o uso do microscópio. O número de canais acessórios mesiais detectados com o microscópio foi de 8 (16%) a 9 (18%) em primeiros molares e de 8 (16%) a 11 (22%) em segundos molares. Os canais acessórios negociados foram de 6 (12%) a 7 (14%) e de 5 (10%) a 9 (18%) entre os primeiros e segundos molares, respectivamente. Todos os 20 canais acessórios mesiais detectados estavam localizadas no sulco mesial perto do canal mesiolingual (45%), no meio (30%), ou mais perto do canal

mesiovestibular (25%). Todos os canais acessórios mesiais se uniam com um dos dois principais canais mesiais. As seções transversais das raízes confirmaram que não estavam presentes aqueles canais acessórios que não foram achados na inspeção com lupas ou microscópio clínico, além dos negociados.

Outro relato de caso clínico foi publicado por Ryan et. al. (2011), uma mulher de 52 anos, foi encaminhada para tratamento endodôntico e a radiografia periapical mostrou radiolucidez periapical difusa associada com a raiz distal do dente 36, e após o acesso a câmara pulpar constatou-se a presença de seis canais radiculares.

de Toubé et al. (2012), avaliaram 4 métodos de diagnóstico para identificar canais acessórios mesiais (AMC) em primeiro molar inferior. Quarenta e quatro molares foram selecionados para serem avaliados com tomografia computadorizada de feixe cônico com imagens axial (CBTC), radiografia digital (DR) com angulação orto, mesio e disto radial, inspeção clínica (CI) e microscópio cirúrgico odontológico (DOM). As imagens foram avaliadas por dois grupos de examinadores independentes. Posteriormente, o acesso dos canais radiculares foi realizado e os canais foram localizados usando explorador endodôntico. As raízes foram examinadas com o DOM, e todos os canais identificados foram instrumentados usando o sistema rotatório ProTaper. Obtiveram como resultado que doze (27,0%) foram identificados por CBTC, quinze potenciais AMC (34%) foram identificados pela CI, treze AMC (30,0%) foram identificadas por DOM, não foi possível identificar AMC por RD e houve 21 dentes que não apresentaram AMC. Chegaram a conclusão que não houve diferenças estatísticas significantes entre os quatro tipos de avaliação para identificação AMC. Houve boa concordância entre DOM e CBCT, enquanto DR e CI não foram tão precisos quanto qualquer um dos outros dois métodos de diagnóstico.

2.2 ISTMOS

O istmo é definido como uma via de comunicação entre dois ou mais canais na mesma raiz (TRATMAN, 1938). Weller, Niemczyk, Kim (1995), o definiram como estreito em forma de fita com comunicação entre dois canais que contém tecido pulpar.

Os istmos, dentro do sistema de canais radiculares, especialmente dos premolares e molares superiores ou inferiores, pode conter restos de tecido necrosado, remanescentes, ou substratos orgânicos que suportam o crescimento de microorganismos que conduzem à falha do tratamento endodôntico. Qualquer raiz que contém dois canais tem uma alta prevalência de istmos (WELLER et al., 1995; TEIXEIRA et al. 2003; GU et al. 2009).

A prevalência de istmos na raiz mesial dos primeiros molares inferiores tem sido relatada em observações realizadas por métodos diferentes e em distâncias variáveis do canal (MANNOCCI et al. 2005, VILLAS-BÔAS et al. 2011). O método mais comumente usado para a observação do istmo é a inspeção visual de dentes seccionados. No entanto, a ampliação pode não ser suficiente para detectar a presença de istmos, mesmo nos microscópios cirúrgicos, mas, esses métodos são destrutivos para as amostras. Os procedimentos de seccionamento podem resultar na destruição dos istmos delgados e impedindo que sejam analisadas (GU et al. 2009).

Sabe-se que a anatomia do canal radicular mostra complicadas alterações morfológicas, devido à deposição de dentina secundária com a idade. O mesmo se aplica para o istmo dentro do sistema de canais radiculares (GU et al. 2009).

Hsu e Kim (1997), classificaram as configurações dos istmos em: tipo I, há 2 ou 3 canais sem notável comunicação; tipo II, existem dois canais com uma conexão entre eles; tipo III difere do tipo II, devido à presença de três canais em vez de 2; tipo IV, os canais estendem-se para a área do istmo; tipo V é definido como uma verdadeira ligação ou corredor ao longo da secção. Istmos incompletos foram classificados como tipo Ia (VILLAS-BÔAS et al. 2011).

Estudos tem mostrado uma alta incidência de istmos em molares inferiores entre os níveis de 2mm e 4mm. Segundo Teixeira et al., (2003); Mannocci et al., (2005); de Pablo et al., (2010), quando um istmo completo ou incompleto está presente, é impossível determinar o exato diâmetro vestibulolingual do canal. Uma compreensão do complexo radicular em 3D é essencial para o sucesso do tratamento endodôntico, por esta razão, alguns estudos são necessários para

orientar os clínicos para conseguir uma melhor limpeza dos canais radiculares (JONG-WOOK, PARK, 2009).

Segundo Wu et al. (2002), o objetivo da instrumentação manual ou rotatória é ampliar o terço apical para uma movimentação adequada da irrigação, a colocação de medicamento de demora e para facilitar os procedimentos de obturação. Verificaram que, em 23 casos, o diâmetro apical não pôde ser determinado ao nível de 1mm apical por causa da presença de istmos incompletos.

Von Arx (2005); de Deus et al. (2010); Endal et al. (2011), chamam a atenção para o fato que as paredes vestibulares e mesiais de canais radiculares achatados, com ou sem istmo não podem ser completamente atingidas pelos instrumentos rotatórios ou serem preenchidos apropriadamente.

Gu et al. (2009), investigaram as características anatômicas do istmo na raiz mesial de primeiros molares inferiores utilizando microtomografia computadorizada em 36 primeiros molares inferiores coletados da população chinesa e dividida em três faixas etárias: grupo A de 20 a 39 anos, grupo B de 40 a 59 anos e grupo C igual ou maior a 60 anos. Das 36 raízes mesiais, 32 tinham istmo em algum lugar ao longo de seu comprimento nos 6 mm apicais. A prevalência de um istmo foi maior no terço apical de 4 a 6 mm. A porcentagem de secções que mostraram istmo foram de 50% no grupo A, 41% no grupo B, e 24% no grupo C.

Os trabalhos que tratam da limpeza dos istmos do canal radicular em molares inferiores levam a dedução que a limpeza apical é também uma função das propriedades de dissolução do hipoclorito de sódio (SHUPING et al. 2000; SUSIN et al. 2010).

Kontakiotis et. al. (2010), avaliaram a presença e a frequência do istmo nas raízes mesiais dos primeiros molares superiores e inferiores, em dois níveis diferentes de ressecção do ápice, e compararam os resultados entre a observação macroscópica (MO) e análise com um microscópio clínico (OM). Quarenta dentes superiores e quarenta inferiores, extraídos foram selecionados. A idade, sexo e raça dos pacientes eram desconhecidas. As raízes distais e as palatinas de molares superiores com a respectiva parte da coroa foram seccionadas utilizando um disco de diamante em alta velocidade e incluídas em blocos de resina acrílica e

seccionadas a 3 mm do ápice. Foi feita a coloração com azul de metileno a 1% durante 20 segundos. As superfícies radiculares foram examinadas macroscopicamente por três examinadores (dois endodontistas e um clínico geral), e em seguida sob um OM em magnificação de 3x. O número exato de canais radiculares localizados a este nível e a presença de istmo foram registrados. A comparação entre MO e OM, quanto ao número de raízes com istmos forneceu os seguintes resultados: no grupo de dentes inferiores, no nível de 3 mm o MO mostrou 19 istmos contra 27 no OM; Em nível de 5 mm no MO foi de 31 e no OM de 32. No grupo dos dentes superiores em nível de 3 mm o MO mostrou 9 istmos contra 14 no OM; em nível de 5 mm foi 19 para o MO e 21 para o OM. Sob as condições testadas, o MO aumentou a precisão do diagnóstico na detecção de istmo em ambos os níveis de ressecção e tipos de raiz.

2.3 MORFOLOGIA DO CANAL

Um conhecimento preciso da morfologia da cavidade pulpar é essencial antes de um procedimento endodôntico e a frequência com que os canais se unem deve ser considerada durante o alargamento e obturação (VERTUCCI, 1984).

Vertucci et al. (1974), avaliaram em duzentos segundos premolares superiores o número de canais radiculares, sua conformação segundo a classificação de Vertucci, a curvatura das raízes e canais acessórios em todas as direções, as ramificações dos canais radiculares principais, a localização do forame apical e anastomoses transversais, bem como a frequência de deltas apicais. Dos 200 dentes estudados, 150 (75%) exibiram um forame, 48 (24%) tiveram dois forames e 2 (7%) mostraram três forames. Além dessas variações nos forames, marcadas diferenças estiveram presentes em outras regiões da raiz. Em casos de canais tipo II de Vertucci, os dois canais se uniam em vários níveis da raiz da seguinte forma: 5% no terço cervical, 22% no terço médio, 55% no terço apical, e 18% no forame apical. Em todos os casos do tipo III, o canal se dividiu em dois no terço médio e uniu-se novamente no terço apical da raiz. Nos casos tipo V, os canais em 67% se ramificaram em dois no terço médio da raiz, enquanto que 33% dos

canais mostraram ramificações no terço apical. Nos casos do tipo VII, todos os canais divididos em dois no terço médio se uniram novamente no terço apical.

Vertucci, Williams, (1974) pesquisaram em 100 primeiros molares inferiores extraídos a presença de canais acessórios no assoalho da câmara pulpar na região de furca, por meio do microscópio clínico, e observaram que 46% dos molares estudados apresentavam canais acessórios na região da furca.

Kerekes, Tronstad (1977), investigaram as características morfológicas dos canais em 40 molares (20 superior e 20 inferior) por meio de secções transversais a 1, 2, 3, 4 e 5 mm apicais, para realizar medições do diâmetro dos canais radiculares por meio do microscópio para avaliar a aplicabilidade da técnica padronizada nesses dentes. Eles obtiveram como resultado que ao nível de 1 mm o diâmetro maior dos canais palatinos variou entre 0,15 e 3,4 mm, no nível 5 mm, entre 0,2 e 5,2 mm foram registrados. Nas raízes mesiais de molares inferiores o diâmetro variou consideravelmente: a 1 mm obtiveram 0,15 e 2,2 mm, a 5 mm 0,3 e 5,0 mm. O diâmetro no canal distal é menos variável do que nos mesiais. Para um canal circular com uma probabilidade de 90% um instrumento número 60 é aceitável a 1mm e a 2, 3, 4 e 5mm um número 140.

Vertucci (1984) analisou 2.400 dentes permanentes extraídos, dos quais 100 pertenciam aos primeiros molares e 100 aos segundos molares inferiores. Foram fixados em formalina a 10%, descalcificados em ácido clorídrico 5%, e corados com hematoxilina injetada no interior da cavidade pulpar, logo os espécimes foram desidratadas em soluções de álcool em concentração de 70%, 95% e 100% durante 5 horas cada um. Depois que as espécimes se tornaram transparentes foram examinados pelo microscópio e o número, tipo de canais radiculares, localização de canais laterais, forames e deltas apicais foram avaliados. Concluíram que nos primeiros molares o conduto distal apresentou canais laterais (30%) e no segundo molar (34%) mais comum no terço apical com valores de 57,9 e 68,3 respectivamente.

Wu et al. (2000), analisaram o diâmetro apical em 180 dentes humanos superiores e inferiores extraídos. Fizeram secções transversais a 1, 2, 3, 4 e 5 mm do ápice e analisaram no microscópio eletrônico de varredura a X30 de

magnificação. Concluíram que 25% apresentavam canal oval, os outros 75% eram redondos ou ligeiramente ovais. Em todos os grupos de dentes, o diâmetro vestibulolingual foi maior do que o mesiodistal, exceto para as raízes palatinas de molares superiores.

Sert, Bayirli (2004), estudaram os padrões da morfologia dos canais radiculares de 2800 dentes permanentes humanos extraídos do sexo feminino e masculino. Os dentes inferiores e superiores foram divididos em sete grupos de acordo com o tipo de dente: centrais, caninos, primeiros pré-molares, segundos pré-molares, primeiro e segundo molar, com 100 amostras para cada grupo, subdividido por gênero e classificados pela morfologia do canal radicular. A classificação de Vertucci foi tomada como referência. Como resultado eles obtiveram quatorze novas configurações de canal, que não estavam incluídas na classificação de Vertucci et al., nem em outro sistema de classificação.

Pattanshetti, Gaidhane, Al Kandari (2008); fizeram um estudo com 220 pacientes com o objetivo de indentificar o número de raízes e configurações dos canais em primeiros molares permanentes dos indígenas do Kuwait e compará-los com um grupo similar de população não-Kuwait em diferentes faixas etárias e de gênero. Em ambos os grupos de nacionalidade, os pacientes foram sucessivamente distribuídos em quatro grupos de acordo com sua idade. Os dentes foram examinados tanto clinicamente e radiograficamente, e utilizada a classificação de Weine. Os resultados da incidência de um segundo canal nessas raízes não foram significativamente influenciados pela nacionalidade e o sexo. Dos 110 primeiros molares inferiores que foram tratados, 96% tinham duas raízes e 4% tinham três raízes. Quando presente, a terceira raiz foi localizada do lado vestibular ou lingual da raiz principal distal; 51% das raízes distais tinham um único canal, enquanto 49% tinham dois canais. A raiz mesial frequentemente tinha um canal tipo II de Weine assim como a raiz distal quando um segundo canal estava presente. Concluíram que a incidência de um segundo canal em raízes distais dos primeiros molares inferiores permanentes foi de 49% na população Kuwaiti e este foi semelhante à de outras populações étnicas asiáticas. A incidência de um segundo canal em raízes distais de molares inferiores diminuiu significativamente com a idade; foram notadas diferenças entre as nacionalidades e gêneros estudados. A possibilidade de raízes extras em molares inferiores pode ser mais frequente, devendo-se levar em consideração a

modificação no acesso da câmara pulpar para a localização dos canais radiculares.

A morfologia da raiz e do canal de 345 segundos molares inferiores em índios foi analisada por Neelakantan et al. (2010) injetando tinta naquim nos canais. Após secagem e diafanização dos dentes, observaram que a maioria dos segundos molares apresentavam duas raízes separadas (87,8%) com três canais; canal em forma de C foi observado em 7,5% dos dentes examinados; ambas as raízes mesial e distal de dois molares mostraram grandes variações no número de canais e as configurações tipo IV e tipo I de Vertucci foram mais comuns nas raízes mesial e distal de dois dentes com raízes fusionadas. Aproximadamente 54,84% dos dentes mostraram dois forames apicais, e 3,8% das raízes em forma de C mostraram três forames apicais.

Kottoor, Sudha, Velmurugan (2010), relataram um caso clínico de um primeiro molar inferior com cinco canais radiculares (três na raiz distal e dois na mesial) apresentando um padrão de canal tipo VIII de Vertucci na raiz distal.

2.4 MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA OU MICRO-CT

A microtomografia computadorizada é uma forma miniaturizada da convencional tomografia axial computadorizada, o que oferece mais informações qualitativas e quantitativas das imagens sendo um método não destrutivo das amostras estudadas, que fornece imagens tridimensionais de dentes extraídos, porém, não pode ser utilizada como uma ferramenta da imagiologia humana in vivo, (DOWKER et al. 1997, NAIR & NAIR, 2003), sendo possível fazer pesquisas em camundungos.

Uma grande variedade de técnicas e métodos experimentais tem sido descritos para a visualização e avaliação tridimensional do canal radicular (HESS, 1921; MEYER, 1955). Entretanto a maioria dessas metodologias apresentam limitações, como por exemplo, a destruição da amostra e a impossibilidade de avaliar simultaneamente diferentes parâmetros do preparo do canal radicular (Bryant *et al.*, 1998). Tais dificuldades levaram a uma crescente busca por novas metodologias que possibilitassem avaliações quantitativas e qualitativas do preparo

do canal radicular.

Nielsen et al. (1995), demonstraram que a micro-ct é uma metodologia avançada para a pesquisa endodôntica. Quatro primeiros molares superiores extraídos foram escaneados por um microtomógrafo numa resolução de 127 μm , e instrumentados em seguida. Dois deles foram obturados antes de serem escaneados novamente para avaliação e comparação. Os autores observaram e destacaram vários recursos deste método, como apresentar as morfologias interna e externa dos dentes sem a necessidade de destruição das amostras, a visualização nas mudanças de área e volume após a instrumentação e a obturação dos canais, bem como quantificar o transporte do canal radicular após o preparo. Relataram ainda que a micro-ct é uma valiosa ferramenta na pesquisa endodôntica.

Bjørndal et al. (1999), realizaram uma análise quantitativa da relação entre a anatomia interna e externa do canal radicular de molares superiores permanentes, utilizando a micro-ct. Os autores concluíram que esta metodologia é uma importante ferramenta educacional devido à sua habilidade em demonstrar correlação entre o número, a posição e a secção transversal de canais radiculares, e a raiz.

Para Rhodes et al. (1999), a microtomografia computadorizada (micro-ct) é uma tecnologia não destrutiva útil para avaliar o diâmetro apical dos molares inferiores quando dois canais estão presentes. Molares inferiores foram escaneados pelo micro-ct antes e após a instrumentação, e em seguida as raízes foram seccionadas em cinco níveis a 2,0; 3,0; 4,5; 6,0; 7,5 mm do ápice radicular. As imagens das secções transversais foram digitalizadas e comparadas com as imagens obtidas por micro-ct, em relação às áreas anatômicas internas e externas dos dentes. Os autores encontraram uma alta significância de correlação entre as imagens, concluindo que a micro-ct é um método reproduzível para avaliação tridimensional e não invasiva do sistema de canais radiculares.

Peters et al. (2000), pesquisaram o potencial e precisão da micro-ct para detalhamento da mensuração do canal radicular de 12 molares superiores. Por meio da tomografia de alta resolução. As áreas de superfície e os volumes de cada canal foram calculadas. Concluíram que a geometria do canal radicular foi corretamente avaliada por esta técnica e, portanto, as variáveis e os índices apresentados podem

servir de base para a análise da anatomia do canal radicular em pesquisas laboratoriais.

Na atualidade, a microtomografia computadorizada está sendo utilizada para avaliar a anatomia dos canais radiculares devido à sua alta resolução e não-destruição dos espécimes (DOWKER, DAVIS, ELLIOT, 1997; NIELSEN, PETERS, 1995; YONG-CHUN, 2011).

Peters et al. (2003), utilizaram o micro-ct para avaliar o desempenho do sistema rotatório ProTaper na instrumentação de canais radiculares de anatomia variável na pre-instrumentação, pos-instrumentação e pos-obturação. Analizaram o potencial de precisão do micro-ct para as comparação das imagens, mostrando ser um método altamente preciso e não destrutivo na avaliação de falhas na obturação de canais radiculares.

Guillaume et al. (2006), avaliaram a anatomia de onze terceiros molares, 5 removidos da maxila e 6 da mandíbula. Foram considerados somente dentes completos com raízes intactas e nenhum sinal de lesão de cárie, nem restaurados com amálgama ou resina. Os dentes foram descontaminados em hipoclorito de sódio a 5% e as imagens foram obtidas em 80 V e 100µm a 1mm com filtro de alumínio. Para cada dente, 200 imagens foram obtidas com uma rotação de 0,90° entre cada imagem. A ampliação utilizada foi de X14, um pixel correspondente a 19,74 µm. Foram feitos os modelos tridimensionais da reconstrução dos dentes. O esmalte e dentina foram facilmente diferenciados, bem como a câmara pulpar e os canais radiculares. A maioria das raízes tinha um canal único que afunilava para o ápice. Vários canais pareciam ter uma fina linha com áreas focais de contacto entre as paredes da dentina. Os canais bifurcados e acessórios, curvatura anormal da raiz, fusões apicais foram identificados facilmente.

Plotino et al. (2006), realizaram um estudo para demonstrar as potenciais aplicações do micro-ct na análise da morfologia dental. Foram selecionados cinco primeiros molares superiores com um segundo canal na raiz mésio-vestibular, cinco primeiros molares inferiores com a raiz mesial possuindo curvatura considerável e cinco premolares com único canal e complicada anatomia apical. O dispositivo utilizado foi o Skyscan 1072 (SkyScan BVBA, Aartselaar, Bélgica), para obter uma

imagem tridimensional de cada um dos 15 dentes. Em três dos molares superiores os canais MV uniam-se em um canal só, enquanto que os outros dois molares apresentaram dois canais separados. Quatro dos cinco molares inferiores exibiram um único canal na raiz mesial, apresentando uma ampla e plana forma em direção vestibulolingual. Nos pré-molares, os canais eram independentes, no entanto, o delta apical e ramificações dos canais radiculares eram complicadas. Concluíram que o micro-ct oferece uma técnica reprodutível para avaliação tridimensional não invasiva dos sistemas de canais radiculares, embora tenha algumas implicações clínicas por não poder ser utilizada em pacientes. Ela pode ser aplicada para melhorar a formação do pré-clínico e a análise dos processos fundamentais e reparadores do tratamento endodôntico.

Gu et. al. (2010), investigaram as curvaturas do canal em vinte e três primeiros molares inferiores permanentes com três raízes fusionados (grupo 1) e 25 com duas raízes fusionadas (grupo 2) utilizando microtomografia computadorizada (micro-ct). Os dentes foram reconstruídos 3D pelo software Mimics 10.01 em modo de projeção paralela. As imagens dos canais radiculares em vista clínica (CV) e vista proximal (PV) foram analisadas por meio do software-Imagem Pro Plus. No grupo de três raízes em CV, os ângulos médios de curvaturas foram 24,34 graus para a mesiovestibular, 22,39 graus para a mesiolingual, 13,71 graus para a distovestibular, e 13,81 graus para a distolingual. Em PV, os ângulos médios foram de 16,60 graus para a distovestibular e 36,06 graus para a distolingual, respectivamente. Curvaturas secundárias foram frequentemente observadas em CV (60%) com um ângulo médio de 26,94 graus. Em PV, o ângulo de curvatura meia foi 59,04 graus para o canal distolingual. Em geral, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa para canais curvos nas raízes mesiais entre os grupos de três e duas raízes fusionadas.

Paqué & Peters (2011) avaliaram a utilização do instrumento SAF no preparo de canais radiculares ovais de 20 molares inferiores, por meio da micro-ct numa resolução de 20 µm. As alterações nos volumes do canal, área não instrumentada e geometria dos cortes transversais foram comparados pré e pós-operatóriamente. Observaram que o instrumento SAF prepararam os canais de forma homogênea e circunferencial com pequeno transporte do canal.

3 PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Considerando o papel das alterações da anatomia interna, a importância na conformação do sistema de canais radiculares e os questionamentos levantados durante a revisão da literatura, este trabalho propõe-se:

3.1- Examinar com o uso de microtomografia computadorizada (micro-ct) a anatomia interna da raiz distal de primeiros e segundos molares inferiores humanos extraídos, nos seguintes itens:

- 3.1.1- Configurações dos canais;
 - 3.1.2- Prevalência do canal principal e ramificações;
 - 3.1.3- Presença e classificação dos istmos;
 - 3.1.4- Forma do canal;
 - 3.1.5- Diâmetro mesiodistal e vestibulolingual na região apical, e
 - 3.1.6- Volume apical.
-
-

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O projeto do presente trabalho foi encaminhado e aprovado junto ao Comitê de Ética e Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo e Plataforma Brasil sob o nº CAAE 02260212.5. 0000.5417 (anexo 1).

4.1 Seleção das amostras:

Foram selecionadas para este estudo 100 (cem) imagens escaneadas de primeiros e segundos molares inferiores, extraídos por diferentes motivos como cáries ou doença periodontal. As raízes não apresentavam fraturas nem tratamento endodôntico, ápice formado, incluíam molares direitos e esquerdos, de ambos sexos, raças e de idades desconhecidas.

As imagens foram obtidas utilizando os microtomógrafos Skyscan modelo 1176 e Skyscan modelo 1174 (Skyscan, Kontich, Bélgica) (Figura 1). Esses equipamentos eram provenientes do laboratório de Nanobioteecnologia do departamento de Morfologia e Genética do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília e da Disciplina de Endodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo.

Figura 1 – Microtomógrafos usados na obtenção das imagens. A) Skyscan modelo 1176 e B) Skyscan modelo 1174.

O aparelho Skyscan 1176, é composto por um tubo de raios X de microfoco, com fonte de alta tensão de 20 até 100 kV/0-250 μ A, um detector baseado em uma câmera-CCD (Charge Coupled Device) especial de raio-X, de 10 Megapixel (4000 x 2300 pixels), ligado a um sensor-CCD, conectados a um computador Dell (Dell, Eldorado do Sul, RS, Brasil) processador Dual Intel Xeon 3.0GHz (512KB cache), 400MHz system bus, 4GB PC800 RAM, 1.8TB HD, para a aquisição de dados, conectado por uma rede a um Cluster de computadores, cuja função é a reconstrução das imagens tomográficas. Acompanha o aparelho, um software que controla todo o sistema e capta as imagens, e um software para a reconstrução das imagens adquiridas. Os aparelhos Skyscan 1174 e 1176 são semelhante no princípio, porém varia quanto a fonte de alta tensão de 20 até 50 kV, no passo de rotação e no tempo de escaneamento.

Os dados gerados após o escaneamento consistem em um grupo de imagens radiográficas, cortes sagitais (secções longitudinais) em angulações distintas, a cada 0,3°. As imagens geradas foram arquivadas num formato TIFF de cada amostra salvas em um HD externo. Os parâmetros de escaneamentos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros dos microtomógrafos.

Parâmetros	Skyscan 1176	Skyscan 1174
Potência da fonte de raios X	100 kV e 100 μ A	50 kV e 800 μ A
Filtro	Alumínio 1 mm	Alumínio 1 mm
Tamanho do pixel	18.1 μ m	18.1 μ m
Rotação do tubo de raios X / detector	180°	180°
Passo de rotação	0.3°	0.8°
Frame Averaging	4	2
Tempo de exposição	4 segundos	4 segundos
Tempo de escaneamento	33:42 minutos	1hr e 40 minutos

4.2 Reconstrução das imagens em modelos 3D.

A reconstrução dos modelos em 3D das raízes distais foi feita por meio das imagens escaneadas com ajuda da ferramenta do software CTan e para a posterior visualização pelo software CTvol (versão 1.8.1.5, Skyscan, Bélgica).

O primeiro passo foi abrir os arquivos no software CTan. Após isso foi anotado o comprimento da raiz a ser analisada. Neste caso, os valores em milímetros são apresentados na tela do software. A área a ser analisada foi seleccionada em sentido vertical desde o apice até a porção cervical da raiz (figura 2). Foi delimitada a região de interesse utilizando a ferramenta ROI (região de interesse), a qual é definida como uma área espacial numa imagem, a qual pode ser delineada utilizando ferramentas de software (figura 3). Esta área de interesse foi binarizada para assim poder obter o modelo tridimensional do canal radicular, por meio da ferramenta 3D model (figura 4). Binarizar provém da palavra binário e é o método de conversão de uma imagem com níveis de cinza para uma imagem com representação binária (dois tons), ou seja, preto e branco. Os arquivos tridimensionais do canal binarizado foram salvos no formato P3G. Este formato foi importado para o software CTvol, onde é possível observar o objeto tridimensional em diferentes angulações, cores e transparência.

Fig. 2- Representação do “set the bottom of selection” na porção apical e “set the top of selection” na porção cervical para completar a área de interesse em comprimento da raiz.

Fig. 3- Selecionando a área de interesse que se deseja binarizar (ROI), neste caso foi para a cavidade pulpar. Para ser binarizado corretamente deve-se manter o canal dentro do espaço vermelho em todo o comprimento de interesse.

Fig. 4 - A área de interesse binarizada é a que sempre deve estar em cor branca e a sua vez ser confirmada com a imagem original.

Fig. 5 – Representação do modelo do canal que foi binarizado no software de CTvol.

4.3 Classificação morfológica do canal distal do molar inferior.

Depois de feita a reconstrução em 3D as imagens foram classificadas de acordo com Vertucci et al. (1984) esta classificação se encarrega da análise e da definição morfológica interna dos canais de acordo com os seguintes critérios (figura 6):

- Tipo I: dente com um único canal que se estende da câmara pulpar até o ápice (1)
- Tipo I oval: dente com um único canal de morfologia ampla desde a porção cervical até ápical;
- Tipo I linear: dente que apresenta um único canal de morfologia estreita desde a porção cervical até ápical;
- Tipo I oval linear: dente que apresenta canal único e de morfologia mista.
- Tipo II: dente com dois canais separados que saem da câmara pulpar e chega ao ápice em um único canal (2-1);
- Tipo III: dente com um canal que sai da câmara pulpar, divide-se em dois e chega ao ápice em um único canal (1-2-1);

- Tipo IV: dente com dois canais separados e distintos que se estende da câmara pulpar até o ápice (2-2);
- Tipo V: dente com um canal que sai da câmara pulpar e divide-se em dois antes de chegar ao ápice (1-2);
- Tipo VI: dente com dois canais separados que saem da câmara pulpar, unem-se e dividem-se novamente chegando ao ápice em dois canais independentes (2-1-2);
- Tipo VII: dente com um canal que sai da câmara pulpar, divide-se em dois, posteriormente torna-se um, chegando ao ápice em dois canais independentes (1-2-1-2);
- Tipo VIII: dente com três canais separados e distintos que se estendem da câmara pulpar até o ápice (3-3).

No caso que a anatomia não correspondia na classificação de Vertucci, foi utilizada a classificação de Gulavibala et al. 2001 e Sert et al. 2004.

- Tipo IX: dente com três canais que saem da câmara pulpar, chegando ao ápice em um (3-1);
- Tipo X: dente com dois canais que saem da câmara pulpar, unem-se em um, divide-se em dois para unir-se novamente e chegar ao ápice em um (2-1-2-1);
- Tipo XVII: dente com um canal que sai da câmara pulpar, divide-se em dois e posteriormente divide-se em três para chegar ao ápice (1-2-3) (Figura 7).

Vertucci 1984																
Type 1		Type 2		Type 3		Type 4		Type 5		Type 6		Type 7		Type 8		
1-1		2-1		1-2-1		2-2		1-2		2-1-2		1-2-1-2		3-3

Kartal & Cimilli 1997		Gulavibala et al. 2001							Sert et al. 2004		Peiris et al. 2007		Al-Qudah & Awawdeh 2009			
Type 2a	Type 2b	Type 9	Type 10	Type 11	Type 12	Type 13	Type 14	Type 15	Type 16	Type 17	Type 18	Type 19	Type 20	Type 21	Type 22	Type 23
2-1	2-1	3-1	2-1-2-1	4-2	3-2	2-3	4-4	5-4	1-3	1-2-3-2	1-2-3	3-1-2	2-3-1	2-3-2	3-2-1	3-2-3

Figura 6 (de Paulo OV et al. 2010). Classificações morfológicas de Vertucci 1984 e outros autores.

Figura 7 – Classificação morfológica do canal distal. Tipo I (1) A) oval, B) linear e C) oval – linear respectivamente; Tipo II (2-1); Tipo III (1-2-1); Tipo V (1-2); Tipo VII (1-2-1-2); Tipo IX (3-1); Tipo X (2-1-2-1); Tipo XVIII (1-2-3); D: Tipo 1-2-1-2-1-2 e E: Tipo 1-2-3-2-3.

4.4 Estudo bidimensional qualitativo.

As imagens da microtomografia de cada raiz distal dos molares inferiores foram usadas para fazer um arquivo de Power point (Figura 8) com as secções transversais de cada uma das raízes. O registro consistiu em 9 imagens dos cortes axiais do nível 1,0 até 5,0 mm a cada 0,5 mm do terço apical. Para obter melhor padronização dos cortes axiais foi somado 18,1 aos valores das fatias dos cortes desde o apice a cada 0,5 mm. Assim, da medida do apice mais 18,1 resultava o corte axial da raiz a 0,5 mm, com medida de 0,5 mm mais 18,1 se obteve como resultado o valor de 1,0 mm e assim sucessivamente até os 5,0 mm.

Fig. 8 - Exemplo de como foi estruturado o power point dos cortes sagitais para as 100 imagens avaliadas, depois de serem binarizada.

Os parâmetros analisados foram:

4.4.1 Prevalência do canal principal e ramificações a nível apical.

Este parâmetro foi utilizado no intuito de estabelecer a complexidade anatômica nos diferentes níveis apicais. Foram quantificados o número total de canais principais e ramificações existentes em cada corte desde 1,0 a 5,0 mm apical (Figura 9).

Figura 9 - Corte de uma das raízes mostrando 3 foraminas: distovestibular (DV), distocentral (DC) e distolingual (DL).

4.4.2 Presença e classificação dos istmos

Para classificar os istmos foi considerada a classificação proposta por Hsu & Kim, 1997 (Figura 10), a qual foi descrita como:

Tipo I: há 2 ou 3 canais sem notável comunicação;

Tipo II: existem dois canais com uma conexão entre os dois canais principais;

Tipo III: difere do tipo II, devido à presença de três canais em vez de 2;

Tipo IV: os canais estendem-se para a área de istmo;

Tipo V: definido como uma verdadeira ligação ou corredor ao longo da secção;

Istmos incompletos foram classificados como tipo Ia (Villas-Bôas et al. 2011).

Figura 10 - Classificação de Hsu & Kim, 1997. A) ausência de istmo; B) presença de istmo; C) presença de istmo e três canais radiculares; D) presença de istmo e canal que se estende para área de istmo e E) canal radicular único.

4.4.3 Forma do canal

Foram definidas as formas do canal em quatro possíveis configurações: circular, oval, achatado e oitode, observando a diversidade de formas que podem ser encontrados num mesmo canal desde o terço apical até o cervical (Figura 11).

Fig.11 - Representação da forma do canal. A) Circular; B) Oval; C) Achatado e D) Oitode.

4.5 Estudo bidimensional quantitativo

4.5.1 Diâmetros mesiodistal e vestibulolingual na região apical

Foram estabelecidos os diâmetros dos canais principais e acessórios. Para fazer essas medições foi necessário alinhar o escaneamento do dente por meio do programa DataViewer (DataViewer 1.4.4.0, Skyscan, Bélgica) (Figura 12), de tal forma que a raiz distal ficasse o mais vertical possível, para assim ter o resultado mais próximo da realidade do diâmetro do canal. Depois foi feita a mensuração do canal distal nos 5,0 mm apicais, de 1,0 mm a 1,0 mm nos sentidos mesiodistal e vestibulolingual utilizando a ferramenta “de mensuração” (Figura 13) do próprio Software e os dados obtidos foram arquivados em uma tabela para posterior análise estatística.

Fig. 12. Software *DataViewer* para verticalizar o canal distal.

Fig. 13. Exemplo da mensuração do canal distal (mesiodistal e vestibulolingual) a 1,0 mm apical; Os valores são obtidos pela ferramenta *measure tool* e observados na caixa do lado direito.

4.6 Volume apical.

O volume do canal foi calculado de acordo com a ferramenta 3D Analysis do software CTan. Essa medida foi obtida entre os 1,0 mm e 5,0 mm apical do canal radicular, e foi feita de 1,0 mm a 1,0 mm.

Depois de realizado os três primeiros passos de seleção da área de interesse, binarização (ROI) e modelo 3D apresentados nas figuras 3, 4 e 5, por meio do ícone *processed images* (Figura 14) se procedeu a análise em *3D analysis* (Figura 15) e foi escolhida a avaliação básica (*basic values*) (Figura 16). Depois de clicar na opção de continuação apresentou uma caixa com vários dados sobre a porção selecionada do canal e o de nosso interesse, na segunda linha, o volume (Figura 17).

Fig. 14 – Indicação do ícone Processed images.

Fig. 15 – Uso do ícone 3D analysis para obter o volume da área selecionada.

Fig. 16 – Ilustração do quadro sinalizando a eleição da avaliação básica e dando continuidade ao processo.

Fig. 17 – Apresentação do volume do objeto em mm³ na segunda linha dentro do quadro.

4.7 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise descritiva com o cálculo da porcentagem da ocorrência. Os resultados foram compilados em tabelas, calculando a média, mediana e desvio padrão. Para a análise estatística foi utilizado o programa GraphPad Prism 5 (GraphPad Software Inc, CA, EUA).

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 Morfologia do canal distal

A morfologia do canal distal mais comum foi o tipo I (1) de Vertucci com 76%. Este tipo à sua vez se dividiu em: oval com 49%, linear com 10% e a combinação de ambas, oval – linear com 17%. O segundo tipo mais prevalente foi o tipo V (1-2) com 11%. Neste estudo foram encontradas duas configurações adicionais às classificações conhecidas e foram definidas como:

- Tipo 1-2-1-2-1-2: dente com um canal que sai da câmara pulpar, divide-se em dois, une-se , divide-se novamente, para logo unir-se e chegar ao apice em dois.
- Tipo 1-2-3-2-3: dente com um canal que sai da câmara pulpar, divide-se em dois, subdivide-se em três, posteriormente se converte em dois e chega ao apice em três.

A prevalência dos diferentes tipos anatômicos estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Prevalência (%) da morfologia dos canais distais dos molares inferiores.

Tipo	%
Tipo I (1)	76
oval	49
linear	10
oval - linear	17
Tipo II (2-1)	1
Tipo III (1-2-1)	4
Tipo V (1-2)	11
Tipo VI(1-2-1-2)	1
Tipo IX (3-1)	1
Tipo X (2-1-2-1)	1
Tipo XVIII (1-2-3)	3
Adicionais (1,2,1,2,1,2)	1
Adicionais (1,2,3,2,3)	1

5.3 Presença e classificação dos istmos

Com relação aos istmos, a classificação mais prevalente foi a do tipo I nos diferentes níveis do canal desde 1,0 a 5,0 mm, seguida do tipo V que foi observada no nível 5,0 mm (39%) do canal (Fig. 18). Os demais tipos II, III e IV foi variável e se determinou um tipo Ia no corte a 4,5 mm das imagens das raízes (tabela 4).

Tabela 4. Forma de istmos segundo a classificação de Hsu & Kim, 1997.

Forma do istmo	Nível do corte (mm)								
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
I	86	80	75	73	66	64	56	53	51
II	2	1	1	0	1	2	0	1	1
III	1	2	1	3	2	1	2	2	1
IV	4	9	9	4	7	8	9	7	8
V	7	8	14	20	24	25	33	36	39
Ia	0	0	0	0	0	0	0	1	0
N	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Figura 18. Amostras de dois canais sem a presença de istmo no terço apical e com diferença na morfologia interna.

5.4 Avaliação da forma dos canais.

A forma circular foi a mais prevalente de 1,0 mm a 3,5 mm, seguida pela forma oval em 4,0 a 5,0 mm. A forma achatada foi a menos prevalente em todos os níveis com valores entre 14 e 34% (tabela 5) e a forma oitode entre 5 e 8%.

Tabela 5. Porcentagem das formas dos canais principais e acessórios em: circular, oval, achatado ou oitode.

Forma	Nível do corte (mm)								
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Circular	65	65	52	48	44	39	34	36	34
Oval	27	24	32	36	33	36	38	38	40
Achatado	14	17	22	24	30	32	34	29	27
Oitode	0	0	0	5	6	6	7	8	8
Total	105	105	105	115	114	112	111	109	102

5.5 Diâmetro mesiodistal e vestibulolingual do canal na região apical.

Os valores dos diâmetros mesiodistal e vestibulolingual nos 5 mm apicais, estão apresentados nas tabelas 6 (1 mm), 7 (2 mm), 8 (3 mm), 9 (4 mm) e 10 (5 mm). As medidas do diâmetro vestibulolingual sempre foram maiores em todos os níveis.

Tabela 6. Representação da mediana e da média das medidas do canal distal (mesiodistal e vestibulolingual) a 1 mm apical.

Número de canais avaliados	83	83	17	17	5	5	17	17
1 mm	MD	VL	Vmd	Vvl	Cmd	Cvl	Lmd	Lvl
Mínimo	0,1490	0,2120	0,1300	0,2610	0,1060	0,2350	0,0660	0,1160
25% Porcentagem	0,3850	0,5010	0,2175	0,3410	0,1110	0,2820	0,1595	0,1985
Mediana	0,4800	0,7410	0,2890	0,4700	0,2060	0,3590	0,2100	0,2910
75% Porcentagem	0,6810	0,9970	0,3350	0,6925	0,3410	0,4370	0,3070	0,3385
Máximo	1,053	2,167	0,4630	0,9620	0,3820	0,5010	0,3820	0,4820
Média	0,5362	0,8234	0,2789	0,5375	0,2220	0,3594	0,2371	0,2852
Desvio-padrão	0,2132	0,4245	0,08448	0,2263	0,1190	0,09570	0,09414	0,1007
Erro-padrão	0,02340	0,04659	0,02049	0,05490	0,05321	0,04280	0,02283	0,02442

MD (mesio-distal); **VL** (vestibulo-lingual); **Vmd** (medida mesio-distal do canal vestibular); **Vvl** (medida vestibulo-lingual do canal vestibular); **Cmd** (medida mesio-distal do canal central); **Cvl** (medida vestibulo-lingual do canal central); **Lmd** (medida mesio-distal do canal lingual) e **Lvl** (medida vestibulo-lingual do canal lingual).

Tabela 7. Representação da mediana e da média das medidas do canal distal (mesiodistal e vestibulolingual) a 2 mm apicais

Número de canais avaliados	87	87	13	13	13	13	1	1
2 mm	MD	VL	Vmd	Vvl	Lmd	Lvl	Cmd	Cvl
Mínimo	0,2020	0,3140	0,0920	0,2480	0,1490	0,2020	0,3430	0,2000
25% Porcentagem	0,3800	0,7000	0,1665	0,3195	0,2145	0,3950	0,3430	0,2000
Mediana	0,4960	1,042	0,2470	0,5770	0,2610	0,5450	0,3430	0,2000
75% Porcentagem	0,5970	1,387	0,4120	1,009	0,3345	0,8135	0,3430	0,2000
Máximo	1,146	2,487	0,5050	1,399	1,010	1,125	0,3430	0,2000
Média	0,5230	1,097	0,2772	0,6663	0,3171	0,6166	0,3430	0,2000
Desvio-padrão	0,2018	0,4840	0,1325	0,3703	0,2197	0,2823	0,0	0,0
Erro-padrão	0,02164	0,05189	0,03674	0,1027	0,06095	0,07828	0,0	0,0

MD (mesio-distal); **VL** (vestibulo-lingual); **Vmd** (medida mesio-distal do canal vestibular); **Vvl** (medida vestibulo-lingual do canal vestibular); **Cmd** (medida mesio-distal do canal central); **Cvl** (medida vestibulo-lingual do canal central); **Lmd** (medida mesio-distal do canal lingual) e **Lvl** (medida vestibulo-lingual do canal lingual)

Tabela 8. Representação da mediana e da média das medidas do canal distal (mesiodistal e vestibulolingual) a 3 mm apicais.

Número de canais avaliados	91	91	9	9	9	9
3 mm	MD	VL	Vmd	Vvl	Lmd	Lvl
Mínimo	0,2100	0,4200	0,1490	0,4240	0,1490	0,2530
25% Porcentagem	0,3980	0,9030	0,2070	0,5020	0,1895	0,4050
Mediana	0,5430	1,359	0,3150	0,9340	0,2390	0,6910
75% Porcentagem	0,6480	1,826	0,3860	1,063	0,2705	0,7655
Máximo	1,318	2,678	0,5850	1,241	0,2990	1,314
Média	0,5588	1,430	0,3166	0,8381	0,2319	0,6414
Desvio-padrão	0,2150	0,5833	0,1333	0,2983	0,04844	0,3133
Erro-padrão	0,02254	0,06115	0,04443	0,09944	0,01615	0,1044

MD (mesio-distal); **VL** (vestibulo-lingual); **Vmd** (medida mesio-distal do canal vestibular); **Vvl** (medida vestibulo-lingual do canal vestibular); **Lmd** (medida mesio-distal do canal lingual) e **Lvl** (medida vestibulo-lingual do canal lingual).

Tabela 9. Representação da mediana e da média das medidas do canal distal (mesiodistal e vestibulolingual) a 4 mm apicais.

Número de canais avaliados	95	95	5	5	5	5
4 mm	MD	VL	Vmd	Vvl	Lmd	Lvl
Mínimo	0,2610	0,5530	0,2410	0,3540	0,2220	0,2470
25% Porcentagem	0,4240	1,333	0,2585	0,4315	0,2275	0,3400
Mediana	0,5830	1,863	0,3400	0,6910	0,3030	0,4880
75% Porcentagem	0,7290	2,392	0,4690	1,353	0,3590	0,8525
Máximo	1,622	5,902	0,4710	1,624	0,3750	1,060
Média	0,6056	1,900	0,3590	0,8518	0,2952	0,5746
Desvio-padrão	0,2347	0,8069	0,1065	0,5099	0,06697	0,3064
Erro-padrão	0,02408	0,08278	0,04764	0,2280	0,02995	0,1370

MD (mesio-distal); **VL** (vestibulo-lingual); **Vmd** (medida mesio-distal do canal vestibular); **Vvl** (medida vestibulo-lingual do canal vestibular); **Lmd** (medida mesio-distal do canal lingual) e **Lvl** (medida vestibulo-lingual do canal lingual).

Tabela 10. Representação da mediana e da média das medidas do canal distal (mesiodistal e vestibulolingual) a 5 mm apicais.

Número de canais avaliados	95	95	5	5	5	5	1	1
5 mm	MD	VL	Vmd	Vvl	Lmd	Lvl	Cmd	Cvl
Mínimo	0,1490	0,5650	0,3030	0,7840	0,1860	0,6920	0,1700	0,5770
25% Porcentagem	0,4800	1,647	0,3380	0,8300	0,2840	0,7170	0,1700	0,5770
Mediana	0,6150	2,224	0,3900	1,119	0,3850	0,9070	0,1700	0,5770
75% Porcentagem	0,7700	2,593	0,5560	1,564	0,4250	1,311	0,1700	0,5770
Máximo	1,730	3,922	0,5870	1,660	0,4340	1,540	0,1700	0,5770
Média	0,6353	2,137	0,4356	1,181	0,3606	0,9926	0,1700	0,5770
Desvio-padrão	0,2436	0,7720	0,1167	0,3763	0,09999	0,3421	0,0	0,0
Erro-padrão	0,02499	0,07920	0,05220	0,1683	0,04472	0,1530	0,0	0,0

MD (mesio-distal); **VL** (vestibulo-lingual); **Vmd** (medida mesio-distal do canal vestibular); **Vvl** (medida vestibulo-lingual do canal vestibular); **Cmd** (medida mesio-distal do canal central); **Cvl** (medida vestibulo-lingual do canal central); **Lmd** (medida mesio-distal do canal lingual) e **Lvl** (medida vestibulo-lingual do canal lingual).

5.6 Volume apical

Em geral, o volume apical do canal aumentou de 1,0 para 5,0 mm apicais. Os valores referentes ao volume nos 5,0 mm apicais estão apresentados na tabela 11.

Tabela 11. Volume apical nos diferentes níveis.

Volume	Nível do corte (mm)				
	1,0 mm	2,0 mm	3,0 mm	4,0 mm	5,0 mm
N	100	100	100	100	100
Mínimo	0,00319	0,02635	0,02378	0,02264	0,02601
25% percentagem	0,06245	0,1065	0,1235	0,1360	0,1700
mediana	0,1409	0,2148	0,3051	0,4282	0,5674
75% percentagem	0,2357	0,4166	0,6838	1,001	1,192
Máximo	1,988	2,372	3,149	3,122	3,169
Média	0,2306	0,3549	0,5031	0,6748	0,8393
Desvio-padrão	0,3006	0,4144	0,5537	0,6826	0,8058
Erro-padrão	0,03006	0,04144	0,05537	0,06826	0,08058

6 Discussão

6 DISCUSSÃO

6.1 DA METODOLOGIA

A anatomia, morfologia e variações características do sistema de canais radiculares são bem conhecidas. Apesar de que frequentemente existem complexidades nesse sistema, o tratamento endodôntico apresenta altas taxas de sucesso em todos os grupos dentais (SJØGREN et al., 1997; MOLVEN et al., 2002; SALEHRABI; ROTSTEIN, 2004). No passado, a falta de conhecimento a respeito da anatomia do sistema de canais radiculares era uma das principais razões de insucessos do tratamento, pois não havia disponibilidade de dados suficientes sobre o assunto (KUTTLER, 1955). Atualmente é imperativo que o dentista identifique e gerencie essas variações. A maioria dos primeiros molares inferiores têm duas raízes, uma mesial e uma distal, e sua distribuição habitual é de dois canais na raiz mesial e um ou dois na raiz distal (VERTUCCI, 1984).

Um grande fator de insucesso do tratamento endodôntico é a complexidade anatômica do sistema de canais radiculares (DE DEUS, 1975; WADA et al., 1998). A zona crítica para o tratamento endodôntico são os 3 mm apicais, onde as ramificações do canal radicular estão mais presentes, e este espaço pode abrigar bactérias viáveis, seus subprodutos, endotoxinas, etc., os quais podem estar também além do forame apical, no cimento, ou então penetrar nos túbulos dentinários, ou ainda em ambos (SIMON, 1994). Portanto, neste trabalho limitou-se em avaliar a morfologia e volume da região nos 5 mm apicais.

Um dos mais importante estudo foi realizado por Walter Hess em 1925, que injetou nos canais radiculares tinta nanquim e visualizou a enorme quantidade de variáveis e complexidades dos sistema de canais radiculares. Posteriormente, outros estudos foram descritos utilizando diferentes métodos e técnicas, mostrando as variações no sistema de canais radiculares (HESS, 1925; KUTTLER, 1955; GREEN, 1956; ALTMAN et al., 1970; BURCH; HULEN, 1972; DE DEUS, 1975; VERTUCCI, 1984; PECORA, ANDREASA, 1993; HSU, KIM, 1997; BJØRNDAL et al., 1999; DE PABLO, 2010); Entretanto, encontram-se divergências de opinião em relação à

anatomia da cavidade pulpar dos dentes humanos permanentes. Essas discrepâncias resultam, em parte, das variações anatômicas presentes e das dificuldades encontradas quando o sistema de canais é estudado (VERTUCCI, 1984).

A decisão por utilizar o método da microtomografia computadorizada (micro-ct) para a análise da anatomia dos canais distais em molares inferiores extraídos foi baseada nos trabalhos publicados que utilizaram métodos radiográficos (MULLER, 1933; BARKER, PARSON, MILS, WILLIAMS, 1974, ALTMAN et al., 1970; PALMER; WEINE; HEALEY, 1971; PINEDA & KUTTLER, 1972), secções longitudinais (PUCCI & REIG, 1944; DUMMER; MCGINN; REES, 1984), observação em estereomicroscópio (GREEN, 1956; BURCH; HULEN, 1972; BLASKOVIC-SUBAT; MARICIC; SUTALO, 1995; MIZUTANI; OHNO; NAKAMURA, 1992; PATTANSHETTI, GAIDHANE, AL KANDARI, 2008; MARROQUÍN; EL-SAYED; WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, 2004; diafanização (OKUMURA 1927; HESS 1925, KUTTLER, 1955; VERTUCCI, 1984; KASAHARA et al., 1990), corantes (OKUMURA 1918, 1927; MIZUTANI; OHNO; NAKAMURA, 1992), métodos estes que não são altamente confiáveis e algum deles por destruir as amostras.

No exame radiográfico os canais radiculares não são claramente visíveis, principalmente o terço apical, e por ser uma imagem bidimensional ocorrem sobreposições e distorções das estruturas (PINEDA; KUTTLER, 1972). A radiografia não fornece informações no sentido vestibulolingual da raiz, e o ponto em que um instrumento endodôntico alcança a saída foraminal pode ser visualizado somente se ela situa-se para o lado mesial ou distal da raiz. Altman et al. (1970), investigaram a porção apical de 20 incisivos centrais superiores radiograficamente e em cortes histológicos seriados dos 2,5 mm apicais, e encontraram radiograficamente canais acessórios em seis dentes, enquanto que os cortes seriados mostraram em 15 dentes, o que levou os autores a concluírem que o método radiográfico não é preciso na detecção de ramificações apicais.

As medidas com a microscopia óptica são variáveis em aspectos como a calibração do observador ou a qualidade do parâmetro de medição. A diafanização pode apresentar falha na técnica, deixando possíveis canais sem corar, e as comunicações intercanal podem não ser visualizadas sem a penetração da tinta em

algumas áreas, sendo também um fator crítico para garantir a visualização de detalhes intrínsecos da anatomia do canal radicular (NEELAKANTAN et al., 2010).

Outros métodos como reconstrução de imagem em 3D (BLASKOVIC-SUBAT et al., 1995), tomografia computadorizada de alta resolução (PETTERS et al., 2000) e a própria microscopia eletrônica de varredura (MORFIS et al., 1994; GUTIERREZ; AGUAYO, 1995; TAM; YU, 2002) têm sido usados na tentativa de diminuir as variáveis na pesquisa e aumentar a acurácia das medidas. Entretanto, esses métodos dificultam a realização em um número elevado de dentes (MARROQUÍN; EL-SAYED; WILLERSHAUSEN-ZONNCHEN, 2004).

Uma variável importante no molar inferior é a presença de uma raiz adicional, a raiz distolingual supranumerária chamada radix entomolaris por Carabelli no 1844. A presença de um terceiro canal na raiz mesial dos molares inferiores é chamado de canal mesial medio ou mesio central. Baugh & Wallace 2004, numa revisão de literatura, relataram que a prevalência desse canal foi 1-15%, mas a existência de três canais na raiz distal do primeiro molar inferior é incomum. Skidmore & Bjorndal 1971, relataram que 88,8% das raízes distais do primeiro molar inferior tem apenas um canal, enquanto 28,9% têm dois canais. A maioria dos estudos do primeiro molar inferior (VERTUCCI 1984, PEIRIS et al. 2007, DE PABLO et al. 2010) não relataram a presença de um terceiro canal na raiz distal.

Na atualidade, a microtomografia computadorizada (micro-ct) esta sendo utilizada para avaliar a anatomia dos canais radiculares devido à sua alta resolução e não-destruição dos espécimes (DOWKER, DAVIS, ELLIOT, 1997; NIELSEN, ALYASSIN, PETERS, 2004; GU, 2011). Além de ser uma técnica que oferece uma reprodução idêntica com a original para avaliar tridimensionalmente o sistema de canais radiculares, tem algumas implicações clínicas por não poder ser utilizada em pacientes. Ela pode ser aplicada para melhorar a formação do pré-clínico e a análise dos processos fundamentais e reparadores do tratamento endodôntico, além de ser uma técnica mais rápida e precisa com número maior de dados que outros procedimentos.

6.2 DOS RESULTADOS

Os canais distais dos molares inferiores apresentaram predomínio canal radicular único tipo I (1) em 76%; dentro dessa classificação foi observado 49% forma oval, 10% linear e a combinação de ambas, oval – linear com 17%, como era esperado de acordo com estudos prévios (HESS, 1925; TRATMAN, 1938; GREEN, 1956; ALTMAN et al., 1970; BJØRNDAL, 1971; BURCH, HULEN, 1972; PINEDA, KUTTLER, 1972; DE DEUS, 1975; HARRISON, 1977; VERTUCCI, 1984; KASAHARA et al., 1990; GUTIERREZ et al., 1992; MORFIS et al., 1994; GULABIVALA et al. 2001; PEIRIS et al. 2007; WANG et al. 2010). Seguem-se os tipo V (1-2) com 11%, seguidas do tipo III (1-2-1) com 4% e do tipo XVII (1-2-3) com 3% (tabela 2). Este grupo de canais distais dos molares inferiores foram escolhidos pela crença de ter canal radicular único, por ser um dado anatômico pouco explorado e por não ter nenhum trabalho específico. Também foram achados os tipos 1,2,1,2,1,2 e 1,2,3,2,3 com 1%, não descritos na literatura.

Muitos estudos (Hess 1925, Pucci & Reig 1944, de Deus 1975, Kerekes & Tronstad 1977, Grande 2012) reportam a presença de ramificações acessórias no ápice radicular. Essas ramificações podem resultar da formação de dentina em torno dos vasos sanguíneos localizados no tecido conjuntivo perirradicular. Quando há o início da maturação da raiz, os canais laterais e acessórios são gerados. Eles contêm feixes vasculonervosos que adentram ao ápice em diferentes direções. As ramificações também são formadas se há uma descontinuidade no desenvolvimento da bainha epitelial de Hertwig. Um pequeno espaço é produzido e não ocorre a dentinogênese no defeito (CUTRIGHT; BHASKAR, 1969).

Quanto as ramificações a mais prevalente foi a presença de um canal único (principal) desde os níveis de 1,0 mm a 5,0 mm, seguido da presença de canal principal mais uma ramificação no nível 1,0 mm com 20% e por ultimo a presença de duas ramificações acompanhadas do canal principal a 1,5 mm com valores referentes a 11% no total das amostras (tabela 3). Em um caso foi observada 7 foraminas, chegando a conclusão que para a realização do corte apical na obturação retrógrada é recomendavel fazer entre 3 a 5 mm apicais (HSU, KIM, 1997; GU et al. 2009; DE TOUBES et al. 2012). Estes dados concordam com o estudo de Grande et al. (2012) onde eles analisaram por meio do micro-ct diferentes grupos de dentes,

entre eles os molares inferiores. Seccionaram as raízes distais para visualizar a anatomia apical, confirmando mais uma vez que a região apical tem uma complicada anatomia apresentando bifurcação nos últimos milímetros do seu curso. A anatomia apical é extremamente complexa, representando um desafio para a limpeza e preenchimento tridimensional do sistema de canais radiculares. A presença de um delta apical não é uma ocorrência incomum, mesmo em um único canal. A presença de uma bifurcação apical e quatro forames separados com múltiplas comunicações pode complicar ainda mais todas as fases do tratamento endodôntico. As imagens avaliadas nesta pesquisa têm em comum a reprodução a partir da anatomia original dos molares com seus mínimos detalhes, demonstrando assim a capacidade do micro-ct de evidenciar tridimensionalmente as características anatômicas interna e externa.

Este trabalho também concordou com o de Vertucci (1984), ele analisou 100 primeiros e 100 segundos molares inferiores por meio do método da diafanização e depois que as espécimes se tornaram transparentes foram examinadas pelo microscópio. Concluíram que no primeiro molar o conduto distal apresentou canais laterais (30%) e no segundo molar (34%) mais comum no terço apical com valores de 57,9 e 68,3 respectivamente.

Os istmos, segundo Weller, Niemczyk, Kim (1995), é uma comunicação, em forma de fita unindo dois canais que contém tecido pulpar. A prevalência de istmos na raiz mesial dos primeiros molares inferiores tem sido relatada em estudos anteriores em que as observações foram realizadas por métodos diferentes e em distâncias variáveis do canal (MANNOCCI et al. 2005, VILLAS-BÔAS et al. 2011). Neste trabalho foi utilizada a classificação de Hsu e Kim (1997), onde o mais observado foi o istmo tipo I, no nível de 1,0 mm com 86%; sendo em segundo lugar observada a classificação do tipo V a 5,0 mm (39%) do canal. Os demais tipos II, III e VI foi variável e se determinou um tipo Ia no nível de 4,5 mm, apresentando istmo incompleto (tabela 4). É importante observar que no tipo I havia uma diminuição à medida que se afastava do ápice. Ao passo que no tipo V havia um aumento a medida que ascendia para cervical.

Na forma dos canais a circular foi a mais prevalente desde 1,0 a 3,5 mm com porcentagem maior de 65%. A forma oval foi a seguinte mais comum nos 4,0 a 5,0 mm com porcentagem entre 38 e 40%, este último dado concorda com o estudo de Grande et al. (2012), onde o canal distal tem uma forma oval na porção média da raiz, que tende a tomar a forma de fita plana mais para cervical. Estes dados diferem do estudo de Marroquín et al. (2004), onde a forma oval foi mais prevalente com 70% e a média do diâmetro apical foi de 0,20 a 0,26 mm em molares inferiores.

Por ultimo, a forma achatada foi a menos prevalente em todos os níveis havendo um aumento de apical para cervical com valores entre 14 e 34%. Cabe destacar que alguns canais apresentaram os três tipos de formas e que alguns casos apresentaram o canal principal isolado e em outros canal principal com canais acessórios.

Na mensuração do diâmetro mesio-distal e vestibulo-lingual nos 5 mm apicais o diâmetro vestibulolingual foi maior concordando com os trabalhos de WU et al. (2000, 2002). Quando somado em sua totalidade apresentou uma media de 6,81 mm (VL) e 2,6 mm (MD), e individualmente também foi maior, destacando que quando tinha um canal único o diâmetro VL sempre foi maior que quando apresentava dois num mesmo corte axial. Os resultados estatísticos dos diâmetros apicais foram avaliados com a presença de um canal único ou acompanhado das ramificações (Tabelas 6 a 10).

O volume apical, como era de se esperar aumentou de apical para cervical, apresentando uma mediana de 0,14 a 1,0 mm; 0,21 a 2,0 mm; 0,31 a 3,0 mm; 0,43 a 4,0 mm e por ultimo 0,57 a 5,0 mm (Tabela 11).

Este estudo foi realizado in vitro, portanto seus resultados e conclusões não podem ser simplesmente transportados para uma realidade clínica. Porém, esta metodologia não é possível de ser testada em seres humanos, mais sim em pequenas cobaias. Há necessidade de mais pesquisas clínicas quanto à presença de ramificações apicais remanescentes em dentes apicetomizados e nas porções radiculares apicais eliminadas na cirurgia.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Com base nos dados obtidos das imagens avaliadas, podemos concluir que:

- 7.1 A forma mais predominante do canal distal foi: a do tipo I (1) de Vertucci com 76%, nos níveis de 1,0 a 5,0 mm;
 - 7.2 O canal principal único foi predominante, segundo da sua presença com uma ramificação. A presença de 3 canais foi observada mais em nível de 1,0 a 2,0 mm;
 - 7.3 A classificação dos istmos mais observada foi a do tipo I, no nível de 1,0 mm (86%); seguida do tipo V aos 5,0 mm com 39%. O tipo I diminuía à medida que se afastava do ápice e o tipo V aumentava;
 - 7.4 A forma circular foi a mais prevalente nos níveis de 1,0 a 3,5 mm (65% a 39%), seguida pela forma oval em 4,0 a 5,0 mm (38% a 40%). A forma achatada foi a menos prevalente em todos os níveis com valores entre 11 e 34%;
 - 7.5 As medidas das distâncias vestibulolinguais foram maiores em todos os níveis da raiz comparadas com as medidas mesiodistais;
 - 7.6 Volume apical aumentou de apical para cervical.
-

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Ahmed HA, Abu-bakr NH, Yahia NA, Ibrahim YE. Root and canal morphology of permanent mandibular molars in a Sudanese population. *Int Endod J*. 2007;40(10):766-71.

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.

Baugh D, Wallace J. Middle mesial canal of the mandibular first molar: a case report and literature review. *J Endod*. 2004;30(3):185-6.

Barker BCW, Parson KC, Mills PR, Williams GL. Anatomy of root canals. III. Permanent mandibular molars. *Australian Dental Journal*. 1974;19(7), 408-13.

Bergmans L, Van CJ, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J*. 2001; 34(2):390-398.

Bjørndal L, Carlsen O, Thuesen G, Darvann T, Kreiborg S. External and internal macromorphology in 3D-reconstructed maxillary molars using computerized X-ray microtomography. *Int Endod J*. 1999;32(1):3-9.

Bramante CM, Berbert A. *Cirurgia Parendôntica*. São Paulo: Santos; 2000.

Blaskovic-Subat V, Smojver B, Maricic B, Sutalo J. A computerized method for the evaluation of root canal morphology. *Int Endod J*. 1995;28(6):290-6.

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

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.

Carr GB, Schwartz RS, Schaudinn C, Gorur A, Costerton JW. Ultrastructural examination of failed molar retreatment with secondary apical periodontitis: an examination of endodontic biofilms in an endodontic retreatment failure. *J Endod*. 2009;35(9):1303-9.

Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the pulp. 9th ed. St Louis: Mosby; 2005:220.

Corcoran J, Apicella MJ, Mines P. The effect of operator experience in locating additional canals in maxillary molars. J Endod. 2007;33(1):15-7.

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

Cutright DE, Bhaskar SN. Pulpal vasculature as demonstrated by a new method. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1969;27(5):678-83.

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

De Deus G, Barino B, Zamolyi RQ, et al. Suboptimal debridement quality produced by the single-file F2 Protaper technique in oval-shaped canals. J Endod. 2010;36(12):1897-900.

De Grood ME, Cunningham CJ. Mandibular molar with 5 canals: report of a case. J Endod. 1997;23(1):60-2.

De Moor RJG, Deroose CAJG, Calberson FLG. The radix entomolaris in mandibular first molars: an endodontic challenge. Int Endod J. 2004;37(11):789-99.

de Pablo OV, Estevez R, Peix Sanchez M, Heilborn C, Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanente mandibular first molar: a systematic review. J Endod. 2010;36(12):1919-31.

de Pablo OV, Estevez R, Heilborn C, Cohenca N. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: clinical implications and recommendations. Quintessence Int. 2012;43(1):15-27.

de Toubes KMP, Côrtes MIS, Valadares MAA, Fonseca LC, Nunes E, Silveira FF. Comparative analysis of accessory mesial canal identification in mandibular first molars by using four different diagnostic methods. J Endod. 2012;38(4):436-41.

Dowker SE, Davis GR, Elliott JC. X-ray microtomography: nondestructive three-dimensional imaging for in vitro endodontic studies. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1997;83(4):510-6.

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.

el-Swiah JM, Walker RT. Reasons for apicectomies. A retrospective study. *Endod Dent Traumatol.* 1996;12(4):185-91.

Endal U, Shen Y, Knut A, Gao Y, Haapasalo M. A high-resolution computed tomographic study of change in root canal isthmus area by instrumentation and root filling. *J Endod.* 2011;37(2): 223-7.

Fan B, Yang J, Gutmann JI, Fan M. Root canal systems in mandibular first premolars with c-shaped root configurations. Part I: Microcomputed Tomography mapping of the radicular groove and associated root canal cross-sections. *J Endod.* 2008;34(11):1337-41.

Fabra-Campos H. Three canals in the mesial root of mandibular first permanent molars: a clinical study. *Int Endod J.* 1989;22(1):39-43.

Fischer G. Erwiderung auf die arbeit von djerassi über die verästelung des apikalen wurzelkanals. *Vchschr. Znk.* 1923:91.

Friedman S, Rotstein I, Koren L, Trope M. Dye leakage in retrofilled dog teeth and its correlation with radiographic healing. *J Endod.* 1991;17(8):392-5.

Gambarini G. Rationale for the use low-torque endodontic motors in root canal instrumentation. *Endod Dent Traumatol.* 2000;16(3):95-100.

Grande NM et al. Present and future in the use of micro-ct scanner 3D analysis for the study of dental and root canal morphology. 2012;48(1):26-34.

Grande NM, Plotino G, Pecci R, Bedini R, Malagnino VA, Somma F. Cyclic fatigue resistance and three-dimensional analysis of instruments from two nickel-titanium Rotary systems. *Int Endod J.* 2006;39(10):755-63.

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.

Ghoddusi J, Naghavi N, Zarei M, Rohani E. Mandibular first molar with four distal canals. *J Endod.* 2007;33(12):1481-3.

Gu LS, Wei X, Ling JQ, Huang XY. A microcomputed tomographic study of canal isthmuses in the mesial root of mandibular first molars in Chinese population. *J Endod.* 2009;35(3):353-6.

Gu Y, Lu Q, Wang P, Ni L. Root canal morphology of permanent three-rooted mandibular first molars: part II – measurement of root canal curvatures. J Endod. 2010;36(8):1341-6.

Gu YC. A micro-computed tomographic analysis of maxillary lateral incisors with radicular grooves. J Endod. 2011;37(6):789-92.

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

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

Guillaume B, Lacoste JP, Gaborit N, Brossard G, Cruard A, Baslé MF, et. al. Microcomputed tomography used in the analysis of the morphology of root canals in extracted wisdom teeth. Br J Oral Maxillofac Surg. 2006;44(3):240-4.

Gutierrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. Number and location. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 1995;79(6):769-77.

Harrison RB, Francke P Jr. Radiographic finding in woman's disease. Radiology. 1977;124(1):188-92.

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

Hess W. The anatomy of root canals of teeth of the permanent dentition and deciduous dentition. William Wood and Co. 1925; 1-39.

Hession RW. Endodontic morphology: a radiographic analysis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1977;44(4):610-20.

Hsu YY, Kim S. The resected root surface: the issue of canals isthmuses. Dent Clin North Am. 1997;41(3):529-40.

Ingle JI, Beveridge EE. Endodontia. 2ed. Rio de Janeiro:Interamericana, 1979.

Karapinar-Kazandag M, Basrani BR, Friedman S. The operating microscope enhances detection and negotiation of accessory mesial canals in mandibular molar. J Endod. 2010;36(8):1289-94.

Kasahara E, Yasuda E, Yamamoto A, Anzai M. Root canal system of the maxillary

central incisor. J Endod. 1990;16(4):158-61.

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

Kontakiotis EG, Palamidakis FD, Farmakis ETR, Tzanetakis GN. Comparison of isthmus detection methods in the apical third of mesial roots of maxillary and mandibular first molars: macroscopic observation versus operating microscope. Braz Dent. 2010;21(5):428-31.

Kottoor J, Sudha R, Velmurugan N. Middle distal canal of the mandibular first molar: a case report and literature review. Int Endod J. 2010;43(8):714-22.

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

Landis EN, Keane DT. X-ray microtomography. Materials characterization. 2010; 61:1305-16.

Lee JK, Ha BH, Choi JH, Heo SM, Perinpanayagam H. Quantitative three-dimensional analysis of root canal curvature in maxillary first molars using micro-computed tomography. J Endod. 2006;32(10):941-5.

Lopes HP et al. Effects of electropolishing surface treatment on the cyclic fatigue resistance of bioactive nickel-titanium rotary instruments. J Endod. 2010; 36(5):1653-1657.

Mannocci F, Peru M, Sherriff M, Cook R, Ford TRP. The isthmus of the mesial root of mandibular molars: a micro-computed tomographic study. Int Endod J. 2005;38(8):558-68.

Marroquín BB, El-Sayed MAA, Willershausen-Zönnchen B. Morphology of the physiological forame: 1. Maxillary and mandibular molars. J Endod. 2004;30(5):321-28.

Meyer W. Die Anatomie der Wurzelkanäle. Zahnärztl Rundschau. 1955;64:532-34.

Mizutani T, Ohno N, Nakamura H. Anatomical study of the root apex in the maxillary anterior teeth. J Endod. 1992;18(7):344-7.

Molven O, Halse A, Fristad I, MacDonald-Jankowski D. Periapical changes following

root-canal treatment observed 20-27 years postoperatively. *Int Endod J*. 2002;35(9):784-90.

Morfis A, Sylaras SN, Georgopoulou M, Kernani M, Prountzos F. Study of the apices of human permanent teeth with the use of a scanning electron microscope. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1994;77(2):172-6.

Mueller AH. Anatomy of the root-canals of the incisors, cuspids, and bicuspid of the permanent teeth. *J Am D Ass*. 1933:1361.

Nair MK, Nair UP. Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod*. 2007;33(1):1-6.

Nair PN, Henry S, Cano V, Vera J. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after one-visit endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;99(2):231-52.

Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV, Ravindranath M. Root and canal morphology of mandibular second molars in an indian population. *J Endod*. 2010;36(8):1319-22.

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.

Okumura, T. Anatomy of the root canals. *J Am D Ass*. 1927:632.

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

Pattanshetti N, Gaidhane M, Al Kandari AM. Root and canal morphology of the mesiobuccal and distal roots of permanent first molars in a Kuwait population – a clinical study. *Int Endod J*. 2008;41(9):755-62.

Paqué F, Peters OA. Micro-computed tomography evaluation of the preparation of long oval root canals in mandibular molars with the self-adjusting file. *J Endod*. 2011;37(4):517-21.

Park JW et al. 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(6):437-442.

Pécora JD, Savioli RN, Vansen LP, Silva RG, Costa WF. Novo método de diafanização de dentes. Rev Fac Odontol. Riberão Preto. 1986;23(1):1-5.

Pécora G, Andreana S. Use of dental operating microscope in endodontic surgery. Oral Surg Oral Med Oral Pathol. 1993;75(6):751-8.

Peiris HRD, Pitakotuwage TN, Takahashi M, Sasaki K, Kanazawa E. Root canal morphology of mandibular permanent molars at different ages. Int Endod J. 2008;41(10):828-35.

Peiris HRD, 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, Peters CI, Schönenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analyzed by micro CT. Int Endod J. 2003;36(2):86-92.

Peters OA. Current challenge and concepts in the preparation of root canal system: a review. J Endod. 2004;30(8):559-67.

Petters 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.

Petters OA, Laib A, Gohring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. J Endod. 2001;27(1):1-6.

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.

Plotino G, Grande NM, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Three-dimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. JADA. 2006;137(11):1555-61.

Pucci FM, Reig G. Conductos radicales. Montevideo: Barreiros y Ramos; 1944.

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.

Ricucci D. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 1 literature review. *Int Endod J*. 1998;31(6):384-93.

Ryan JL, Bowles WR, Baisden MK, McClanahan SB. Mandibular first molar with six separate canals. *J Endod*. 2011;37(6):878-80.

Salehrabi R, Rotstein I. Endodontic treatment outcomes in a large patient population in the USA: an epidemiological study. *J Endod*. 2004;30(12):846-50.

Schilder H. Filling root canals in the dimensions. *Dent Clin North Am*. 1967;723-44.

Schilder H. Cleaning and shaping three root canal. *Dent Clin North Am*. 1974;18(2):269-96.

Segura-Egea JJ, Jimenez-Pinzon A, Rios-Santos JV. Endodontic therapy in a 3-rooted mandibular first molar: importance of a thorough radiographic examination. *J Can Dent Assoc*. 2002;68(9):541-4.

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

Shuping GB, Orstavik D, Sigurdsson A, Trope M. Reduction of intracanal bacteria using nickel-titanium rotary instrumentation and various medications. *J Endod*. 2000;26(12):751-5.

Simon JH. The apex: how critical is it? *Gen Dent*. 1994;42(4):330-4.

Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G. Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J*. 1997;30(5):297-306.

Skidmore AE, Bjørndal AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1971;32(5):778-84.

Stroner WF, Remeikis NA, Carr GB. Mandibular first molar with three distal canals. *J Endod*. 1984;57(5):554-57.

Susin L, Liu Y, Yoon JC. Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J*. 2010;43(12):1077-90.

Tam A, Yu DC. Location of canal isthmus and accessory canals in the mesiobuccal root of maxillary first permanent molars. *J Can Dent Assoc*. 2002;68(1):28-33.

Teixeira FB, Sano CL, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC, Souza-Filho FJ. A preliminary in vitro study of the incidence and position of the root canal isthmus in maxillary and mandibular first molars. *Int Endod J*. 2003;36(4):276-80.

Teo CS, Chan NC, Loh HS. The position of the apical foramen of the permanent incisors. *Aust Dent J*. 1988;33(1):51-5.

Tratman EK. Three-rooted lower molars in man and their racial distribution. *British Dent J*. 1938;64:264-74.

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

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

Vertucci FJ, Seelig A, Gillis R, City J. Root canal morphology of the human maxillary second premolar. *Oral Surg*. 1974;38(3):456-64.

Vertucci FJ, Williams RG. Furcation canals in the human mandibular first molar. *Oral Surg*. 1974;38(2):308-14.

Villas-Bôas MH, Bernardineli N, Cavenago BC, Marciano M, Perochena AC, 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.

Von Arx T. Frequency and type of canal isthmuses in first molars detected by endoscopic inspection during periradicular surgery. *Int Endod J*. 2005;38(3):160-8.

Von Arx T, Steiner RG, Tay FR. Apical surgery: endoscopic findings at the resection level of 168 consecutively treated roots. *Int Endod J*. 2011;44(4):290-302.

Wada M, Takase T, Nakanuma K, Arisue K, Nagahama F, Yamazaki M. Clinical study of refractory apical periodontitis treated by apicectomy. Part 1. Root canal morphology of resected apex. *Int Endod J*. 1998;31(1):53-6.

Wang Y, et al. Evaluation of the root and canal morphology of mandibular first permanent molars in a western chinese population by cone-beam computed tomography. J Endod. 2010;36(11):1786-9.

Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. J Endod. 1988;14(7):346-51.

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.

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.

Wu MK, Barkis D, R`oris A, Wesselink PR. Does the first file to bind correspond to the diameter of the canal in the apical region. Int Endod J. 2002;35(3):264-7.

ANEXOS

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise quantitativa da anatomia dos canais radiculares distais dos molares inferiores mediante a micro tomografia computadorizada

Pesquisador: Carolina Altagracia Filpo Pérez

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 02260212.5.0000.5417

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Bauru-USP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 140.656

Data da Relatoria: 31/10/2012

Apresentação do Projeto:

Parecer considerado pendente em reunião do CEP de 1/10/2012, por "Considero o trabalho pendente, pois não está esclarecido se esse aumento da amostra de 60 para 100 dentes, já possui essas microtomografias, ou, como está no novo cronograma, o item segundo semestre de 2012,escaneamento das raízes? Se necessitou aumentar a amostra, considero que o CEP pode aprovar esse aumento, ficando pendente a informação se já tem esses 40 dentes,se serão escaneados, ou se já possui essas microtomografias que serão anexadas à pesquisa.Se for complementada a pesquisa com 40 novos dentes a serem escaneados, apresentar o termo de doação desses novos dentes.A mudança do título, considero aprovada.

Objetivo da Pesquisa:

sem considerações complementares.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

sem riscos ou benefícios, por não envolver sujeitos da pesquisa.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisadora apresentou novo projeto de pesquisa inserido na Plataforma Brasil, em 23/10/2012, informando que terão dois examinadores, sem os identificar.

Em documento anexado em 30/10/2012, está informado que trabalhará somente com microtomografias. Essas imagens foram autorizadas pelo pesquisador Marcelo Haas Villas Bôas. Também cita o nome dos dois examinadores, que são alunos do curso de doutoramento em

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

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE BAURU-
USP

Endodontia da FOB.USP (Ronald Ordinola Zapata e Bruno Cavalline Cavanago).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Anexados os dois currículos dos examinadores que tomarão parte na pesquisa (Ronald Ordinola Zapata e Bruno Cavalline Cavanago).

Recomendações:

sem considerações complementares.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considero aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

O CEP acata o parecer APROVADO emitido pelo relator.

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.

BAURU, 07 de Novembro de 2012

Assinador por:

Maria Teresa Atta
(Coordenador)

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