

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO DEPARTAMENTO DE CLÍNICA INFANTIL

AVALIAÇÃO DA ANATOMIA DE MOLARES DECÍDUOS POR MEIO DE MICROTOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

ANA CAROLINE FUMES



Ribeirão Preto 2013

ANA CAROLINE FUMES

Avaliação da anatomia de molares decíduos por meio de microtomografia computadorizada

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para a obtenção do grau de Mestre em ciências – Programa: Odontopediatria. Área de Concentração: Odontopediatria. **Orientador**: Prof. Dr. Alberto Consolaro

Ribeirão Preto 2013 Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatura do autor:_____

Data: ____/__/2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Fumes, Ana Caroline

Avaliação da anatomia de molares decíduos por meio de microtomografia computadorizada. Ribeirão Preto, 2013.

80 p. : il. ; 30 cm

Dissertação de mestrado apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP).

Orientador: Prof ^o. Dr^o. Alberto Consolaro

- 1. Molares Decíduos 2. Microtomografia Computadorizada
- 3. Anatomia Dental

FUMES, A.C. Avaliação da anatomia de molares decíduos por meio de microtomografia computadorizada. 2013. 80p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

Aprovado em:____/___/

Banca Examinadora

Prof. Dr.	Alberto	Consolaro	(Orientador))
	/ 110 01 10	0011001010	(0.10116460)	,

Instituição: Faculdade de Odontologia de Bauru/USP

Julgamento: _____

Assinatura: _____

of(a). Dr(a)	
tituição:	
gamento:	
sinatura:	
of(a). Dr(a)	
tituição:	
gamento:	
sinatura:	

DADOS CURRICULARES

ANA CAROLINE FUMES

Nascimento:	04/01/1988			
Filiação:	Antonio Luis Fumes			
	Silvana Aparecida Agostinho Fumes			
2006 – 2010:	Curso de Graduação			
	Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – USP			
2011 – 2012:	Aperfeiçoamento em Atendimento Odontológico em			
	Pacientes Especiais			
	Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP			
2011 – 2013:	Curso de Especialização em Odontopediatria			
	Associação Odontológica de Ribeirão Preto – AORP			
2011 – 2013:	Mestrado em Odontopediatria			
	Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - USP			

Dedicatória

Aos meus pais, Antônio Luis Fumes e Silvana Aparecida Agostinho Fumes que estiveram ao meu lado em todos os momentos mais difíceis: horas de choro, desespero, tristezas, mas também nos momentos mais felizes, como este. Vocês são a minha base, meu mundo. Obrigada por tudo.

Á minha irmã, **Ana Júlia Fumes**, por todas as horas que ficou me ouvindo contar sobre assuntos que ela jamais fez ideia do que se tratava, mas sempre ouviu com muita atenção. Sinto muito a sua falta minha pequena. Agora seus dentinhos estão mais ainda na minha mira.

Ao meu namorado, **Luis Eduardo Miquelutti Morgado,** que enfrentou várias etapas ao meu lado, me ajudou, incentivou e nunca me desanimou. Obrigada por estar sempre comigo, aguentando minha chatice, meu mau humor, mas tendo sempre a certeza que tudo iria melhorar.

Á minha família e a minha futura família, pela presença e apoio que sempre incentivaram meu crescimento profissional.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Alberto Consolaro**, pelos ensinamentos, pela paciência e por estar sempre pronto para me atender. Você é um exemplo de sabedoria e dedicação e um modelo de professor ao qual pretendo me espelhar.

À minha co-orientadora de coração, *Raquel Assed Bezerra da Silva*. Acho que não deve ter sido fácil me aguentar tantas vezes indo na sua sala, mas quero que saiba que você foi simplesmente indispensável para eu conseguir chegar onde cheguei. Muito obrigada!

À minhas amigas do mestrado: *Denise*, minha dupla, amiga de todas as horas, ainda quero estar muito ao seu lado. Ter você sempre comigo foi muito importante para eu conseguir concluir mais esta etapa. *Katharina*, minha psicóloga, seu otimismo é invejável e tenho aprendido a cada dia com você. **Priscilla**, você sabe que somos bem parecidas, mas ainda vamos superar todas essas dificuldades que nos cerca. **Daniele**, fofinha, sua alegria foi muito importante para tornar os meus dias mais fáceis. *Mariana*, sua força de vontade e coragem são um exemplo constante pra mim. **Silvana**, uma mãe superproterora, sempre pronta pra ajudar, você é muito querida por mim. *Talita*, foi muito bom conviver esses anos com você e ainda temos muitos pela frente. *Letícia*, seu jeito meigo de ser é contagiante e pude aprender muito com você. *Marília*, sempre pronta a ajudar, sem reclamar, obrigada por tudo.

Às minhas colegas do mestrado e do doutorado: *Talita, Danielly, Larissa, Driely, Bárbara, Lídia, Gabriela, Daniela, Késsia, Fernanda, Marina, Karina, Camila, Marta* e *Rodrigo*. A convivência com vocês foi muito gratificante durante esses anos. Obrigada!

Ás minhas amigas da graduação, *Adrielly, Vasti* e *Bruna*, por estarem sempre ao meu lado e me incentivarem sempre, sem desanimar.

Ao **Prof, Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, obrigada pelo empréstimo do laboratório e todos os equipamentos e por sua disponibilidade e ajuda em todos os momentos em que precisei.

À **Graziela Bianchi Leoni**. Por todas as análises realizadas, por todas as dúvidas sanadas e por ter tido uma participação fundamental para a conclusão deste trabalho. Muito obrigada pela paciência, dedicação e por tantas horas de convivência. Minhas sinceras desculpas.

Ao *Jardel Francisco Mazzi Chaves*, sua contribuição foi importantíssima nos últimos momentos do trabalho. Seu bom humor e disposição são contagiantes. Saiba que poderá contar sempre comigo, no que você precisar.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora, *Reginaldo, Carlos, D. Luiza e Rosângela,* muito obrigada por terem me acolhido.

Aos professores do Departamento de Clínica Infantil: **Andiara**, suas palavras são sempre certas, nas horas certas. **Léa**, quanto mais eu te conheço, mais te admiro. **Paulo**, desde a graduação, é como você que "quero ser quando crescer". **Alexandra**, sempre disponível, em todos os momentos, você faz a pós-graduação ser muito mais agradável. **Cristina**, um sorriso e uma palavra de carinho estão sempre presentes quando te vejo **Aldevina**, é muito experiência para uma pessoa só. **Kranya**, professora e amiga, sempre e **Cintia**, sempre pronta a nos ajudar. Vocês me mostraram o quanto a Odontopediatria é uma especialidade difícil ao mesmo tempo em que é encantadora. Obrigada por me "ensinarem a ser dentista".

Aos funcionários do Departamento de Clínica Infantil: *Micheli, Matheus, Filomena, Marco, Nilza, Fátima* e *Tati*, meu muito obrigada por tudo o que fizeram por mim.

"Não conheço nenhuma fórmula infalível para obter o sucesso, mas conheço uma forma infalível de fracassar: tentar agradar a todos."

John F. Kennedy

Claro que eu não consegui agradar a todos, mas podem ter certeza que fiz o máximo que pude.



"Aprendi através da experiência amarga a suprema lição: nossa ira controlada pode ser convertida em uma força capaz de mover o mundo"

Mahatma Gandhi



RESUMO

FUMES, A. C. Avaliação da anatomia de molares decíduos por meio da microtomografia computadoriza. 2013. 80 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

O conhecimento prévio da anatomia interna e externa dos dentes decíduos é de fundamental importância para o sucesso do tratamento endodôntico. O objetivo do presente estudo foi analisar a morfologia das raízes e dos canais radiculares de molares decíduos superiores e inferiores, por meio de microtomografia computadorizada (micro-CT). Foram usados 40 molares decíduos, divididos em quatro grupos, sendo 10 primeiros molares inferiores, 10 segundos molares inferiores, 10 primeiros molares superiores e 10 segundos molares superiores. Os dentes foram escaneados e avaliados quantitativamente por meio de parâmetros bidimensionais no terço apical (número, área, circularidade, maior e menor diâmetro) a 1, 2 e 3 mm do bisel de rizólise e tridimensionais (volume, área de superfície e SMI), assim como a medida da espessura na face interna e externa da dentina e qualitativamente por meio da observação dos modelos tridimensionais. Os resultados mostraram que o número máximo de canais radiculares encontrados por raiz foi 2. Os canais apresentaram valores de SMI entre 1,98 \pm 0,45 e 2,74 \pm 0.38, sugerindo forma geométrica tridimensional com tendência a um cone. Para a espessura da dentina, observou-se que a espessura da dentina na face interna das raízes foi, em geral, menor que a espessura na face externa. Os valores de espessura interna variaram entre 0,25 e 0,90 mm na raiz mesial e 0,20 e 0,92 mm na raiz distal para os molares inferiores e, 0,14 e 1,00 mm na raiz mesiovestibular, 0,24 e 1,14 mm na raiz distovestibular e 0,26 e 1,54 mm na raiz palatina para os molares superiores. Em relação à espessura externa, a variação foi de 0,35 a 1,45 mm na raiz mesial e 0,32 a 1,52 mm na raiz distal para os molares inferiores e, 0,22 a 1,33 mm na raiz mesiovestibular, 0,28 a 1,40 mm na raiz distovestibular e 0,44 a 2,24 mm na raiz palatina nos molares superiores. Foi observado também, que a extensão da raiz foi sempre maior que a extensão do canal. Dessa forma, conclui-se que as variações anatômicas observadas e os parâmetros obtidos a partir da micro-CT, método não destrutivo, reprodutível e confiável para o estudo de anatomia interna e externa, são importantes para determinar protocolos clínicos nos casos de dentes decíduos.

ABSTRACT

ABSTRACT

FUMES, A. C. Evaluation of the anatomy of primary molars using the microcomputed tomography. 2013. 80 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

The previous knowledge of the internal and external anatomy of primary teeth is of fundamental importance for the success of the endodontic treatment. The purpose of this study was to analyze the morphology of the roots and root canals of the upper and lower primary molars, using the microcomputed tomography (micro-CT). Forty primary molars, divided in four groups, ten first lower molars, ten second lower molars, ten first upper molars and ten second upper molars. The teeth were scanned and assessed quantitatively by the observation of two-dimensional parameters in the apical third (number, area, roundness, major and minor diameter) at 1, 2 and 3 millimeters of the resorption bevel and three-dimensional parameters (volume, surface area and SMI), as well as the measurement of internal and external dentin thickness and qualitatively by means of observation of the three-dimensional models. The results showed that the maximum number of root canals found for each root was 2. The canals have SMI values between 1.98 ± 0.45 and 2.74 ± 0.38 , suggesting a three-dimensional geometrical shape with a tendency to conical. For the dentin thickness of the internal wall of the roots, in general the values were lower than the ones for the external wall. The values of the internal thickness ranged between 0.25 and 0.90 mm in the mesial root and 0.20 and 0.92 mm in the distal root for the lower molars and 0.14 and 1.00 mm on the mesio-vestibular root, 0.24 and 1.14 mm on the disto-vestibular and 0.26 and 1.54 mm on the palatal for the upper molars. Regarding the external thickness, it ranged between 0.35 and 1.45 mm on the mesial root and 0.32 and 1.52 mm on the distal for the lower molars, and 0.22 and 1.33 mm on the mesio-vestibular, 0.28 and 1.40 mm on the disto-vestibular and 0.44 and 2.24 mm on the palatal root of the upper molars. It was observed that the dentin thickness of the external wall was always higher than the extension of the canal. That way, it can be concluded that the observed anatomical variations and the obtained parameters from the micro-CT, a non-destructive method, reproducible and reliable for the study of internal and external anatomy, are important to define clinical protocols for the primary teeth.



SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
PROPOSIÇÃO	23
MATERIAL E MÉTODO	27
RESULTADOS	35
DISCUSSÃO	55
CONCLUSÃO	61
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICES	71

INTRODUÇÃO

A perda precoce de dentes decíduos pode causar perda de espaço, erupção ectópica, perturbação na ordem de erupção, desenvolvimento de hábitos como deglutição atípica, respiração bucal, fonação alterada e comprometimento da função (Cohen, 2011). Assim, é importante a manutenção da dentição decídua na arcada dentária, na sua forma funcional, para o bom desenvolvimento dentário, ósseo, e psicológico da criança (Aminabadi; Farahani; Gajan, 2008; Bagherian et al., 2010).

A cárie dental e o trauma dental são os dois principais fatores etiológicos de envolvimento pulpar na dentição decídua (Pinky; Shashibhushan; Subbareddy, 2011). Nesses casos, muitas opções de tratamento têm sido propostas, tais como: capeamento pulpar direto e indireto, pulpotomia parcial, pulpotomia e pulpectomia (Fuks, 2000).

O tratamento endodôntico em dentes decíduos é indicado quando os canais são acessíveis, o processo de rizólise está na fase inicial e há evidência de suporte ósseo (Bagherian et al., 2010). Os dentes decíduos exibem diferenças morfológicas dos dentes permanentes em tamanho e na anatomia interna (Zoremchhingi; Varma; Mungara, 2005), podendo apresentar paredes do canal radicular finas o que pode resultar, durante o preparo biomecânico destes dentes, em perfurações ou fraturas (Mente et al., 2002). Desse modo, o completo conhecimento do sistema de canais radiculares de dentes decíduos é fundamental para realização do tratamento endodôntico (Zoremchhingi; Varma; Mungara, 2005).

Ao longo dos anos, diferentes métodos têm sido propostos para o estudo da anatomia interna dos dentes permanentes e decíduos. Em relação aos dentes decíduos foram realizados estudos utilizando modelos de gesso, para avaliação da forma e tamanho da coroa dental (Heikkinen; Alvesalo; Tienari, 2002; Barberia et al., 2009), radiografias digitais (Poornima e Reddy, 2008), microscopia eletrônica de varredura (Kumar, 2009; Luglie et al., 2012), diafanização (Gupta e Grewal, 2005; Bagherian et al., 2010). Esses métodos são destrutivos e produzem mudanças irreversíveis nos espécimes.

Uma solução para a avaliação tridimensional não destrutiva do sistema de canais radiculares (SCR) surgiu com a disponibilidade do uso da tomografia computadorizada (TC) e da ressonância magnética em procedimentos experimentais (Tachibana; Matsumoto, 1990; Baumann; Doll, 1997). A TC é um método não invasivo para estudos da morfologia dos canais radiculares, porém seu uso foi

dificultado principalmente pela baixa resolução, a qual não produzia reconstruções exatas devido aos cortes de grande espessura (Swain; Xue, 2009).

O desenvolvimento da microtomografia computadorizada (micro-CT), a partir do tomógrafo convencional, possibilitou estudos não invasivos e altamente precisos, superando as deficiências das técnicas de estudos morfológicos (Dowker et al., 1997; Peters et al., 2000).

Atualmente, a nova geração de aparelhos de micro-CT conectados a computadores de alta performance e utilizando programas específicos tem permitido avaliar de forma precisa e não-invasiva a anatomia dental interna e externa pela análise tridimensional (Plotino et al., 2006; Fan et al., 2009; Versiani; Pécora; Sousa-Neto, 2012; Versiani, Pécora, Sousa-Neto, 2013), com a visualização da estrutura interna, cortes e superfícies em qualquer orientação, permitindo que as características morfológicas do SCR sejam observadas de vários ângulos (Plotino et al., 2006; Endal et al., 2011; Verma; Love, 2011). Assim tem fornecido importante subsídio nos estudos em Endodontia, de forma relevante principalmente em relação ao preparo biomecânico e obturação do canal radicular (Yin et al., 2010; Versiani, Pécora, Sousa-Neto, 2011; Markvart et al., 2012, Wolf et al., 2013).

Com relação aos dentes decíduos, esta ferramenta de análise não tem sido explorada. Assim, estudos são necessários a fim de se realizar descrição detalhada da morfologia das raízes e do sistema de canais radiculares de dentes decíduos, principalmente no sentido de auxiliar o tratamento endodôntico.

Proposição

O objetivo do presente estudo foi analisar a morfologia das raízes e dos canais radiculares de molares decíduos, por meio de micro-CT: quantitativamente, por meio de parâmetros bidimensionais (número, área, circularidade, maior e menor diâmetro) e tridimensionais (volume, área de superfície e SMI) e qualitativamente, por meio da observação dos modelos tridimensionais (3D).

Material e Método

Molares decíduos com menos de 1/3 de rizólise em pelo menos uma raiz e ausência de perfuração na área de furca foram selecionados para este estudo, sendo 10 primeiros molares inferiores (1°MI), 10 segundos molares inferiores (2°MI), 10 primeiros molares superiores (1°MS) e 10 segundos molares superiores (2°MS) (Figura 1).



Figura 1. Espécimes inseridos em massa de modelar em cores diferentes. Em vermelho estão posicionados os 2°MS, em laranja, os 1°MS, na cor verde, os 2°MI e em azul os 1°MI.

Os dentes, previamente armazenados em solução de timol a 0,1%, foram lavados em água corrente por 24 horas e, em seguida, tiveram sua superfície radicular externa limpa por meio do uso do ultrassom (Profi II Ceramic, Dabi Atlante Ltda, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Para a obtenção dos dados morfométricos foi utilizado o microtomógrafo SkyScan modelo 1174 v.2 (SkyScan, Kontich, Bélgica) (Figura 2A), do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo. O aparelho é composto por um tubo de raios-X de microfoco com fonte de alta tensão (50kV, 800 µA), porta-amostra com manipulador de precisão e detector baseado em câmera *Charge Coupled Device* (CCD) de 1.3 Mp (1304 x 1024 pixel). Este dispositivo permite o escaneamento de espécimes com até 15 mm de altura, usando resolução espacial isotrópica que pode variar de 6 a 30 µm. O sistema está conectado a um computador Dell Precision[™] T5500 WorkStation (Dell Inc., São Paulo, SP, Brasil) com sistema operacional Windows 7 de 64 bits, utilizado para o controle e aquisição de dados, reconstrução e análise dos atributos das imagens.

Anteriormente ao escaneamento dos espécimes, foram utilizados recursos de correção geométrica e do campo de aquisição *(flat-field correction)*. Um filtro de 1mm de alumínio posicionado em frente à fonte de raios-X foi utilizado, permitindo alterar a sensibilidade à radiação policromática.

Um tubo de poliestireno oco de aproximadamente 10 cm de altura foi acoplado a um microposicionador metálico, sendo este firmemente fixado à mesa giratória, por meio de parafuso de controle manual, no interior da câmara do microtomógrafo. Cada espécime foi individualmente fixado sobre placa de cera utilidade (Figura 2B), que possibilitou o seu posicionamento de forma perpendicular em relação à fonte de radiação durante o escaneamento, reduzindo-se assim a possibilidade de distorção da imagem (Figura 2C).



Figura 2. (A) Microtomógrafo SkyScan modelo 1174 v.2; (B) Interior do microtomógrafo; e (C) Posicionamento do espécime na bandeja giratória do microtomógrafo.

Após o posicionamento do dente e fechamento do compartimento da câmara do microtomógrafo, a fonte de raios-X foi acionada por meio do botão de energia na barra de ferramentas do Controle de Programa SkyScan 1174 v.2 (Figura 3A). Após o processo de *aging*, correspondente ao pré-aquecimento do tubo de raios-X, no qual a tensão e a corrente sobem suavemente, verificou-se a correta posição do espécime com o auxílio da ferramenta Video Image (Figura 3B).



Figura 3. Barra de ferramentas do Programa de Controle SkyScan 1174 versão 2. (A) Botão de energia. (B) Video Image.

A aquisição de fotomicrotomografias, com resolução de pixel de 22,9 μm, foi realizada por meio do botão *Single Image* na barra de ferramentas do Controle de Programa SkyScan 1174 v.2 (Figura 4), sendo as imagens obtidas arquivadas no formato *bitmap*.



Figura 4. Imagem representativa após aquisição de fotomicrotomografia no Controle de Programa SkyScan 1174 v.2.

As imagems foram reconstruídas por meio do software NRecon v.1.6.6.0 (Bruker Micro-CT, Kontich, Bélgica), que forneceu secções axiais das estruturas internas das amostras. Para todas as análises, a amostra foi considerada da junção cemento-esmalte ao ápice radicular.

As análises das raízes e dos canais radiculares foram realizadas com auxílio do software CTan v.1.12.0.0+ (Bruker Micro- CT, Kontich, Bélgica). Em relação aos canais radiculares, avaliou-se nos 3 milímetros apicais os seguintes parâmetros bidimensionais: número, área, circularidade e diâmetros maior e menor. Além disso, avaliou-se os seguintes parâmetros tridimensionais: volume, área de superfície e aparência do corte transversal, expressa como Índice da Estrutura do Modelo (SMI), onde 0 representa um plate, 3 representa um cilindro e 4 representa uma esfera.

A espessura da dentina nas faces interna e externa da raiz (espessura interna e externa) foi mensurada a 1, 2 e 3 milímetros do bisel de rizólise, sendo realizadas, em cada secção, três medidas distintas, conforme ilustrado na (Figura 5). Além destes, os comprimentos das raízes e dos canais radiculares também foram avaliados. A circularidade é um descritivo bidimensional de forma que varia de 0 (reta) a 1 (círculo perfeito) (Figura 6).



Figura 5. Representação esquemática da mensuração da espessura da dentina nas faces interna e externa das raízes de molares decíduos. **(A)** Linhas amarelas representam as três medidas da espessura interna. **(B)** Linhas vermelhas representam as três medidas da espessura externa.

Vale salientar, que quando uma das raízes apresentava processo de rizólise avançado impossibilitando a análise completa dos 3 mm apicais, foi excluída apenas esta raiz específica da análise.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do programa SPSS versão 17 (LEAD Technologies, Inc., Chicago, IL, EUA). Os dados obtidos de cada parâmetro bidimensional (área, circularidade, diâmetro maior e diâmetro menor) e tridimensional (área de superfície, volume e SMI) foram submetidos ao teste estatístico Kolmogorov – Smirnov com o objetivo de verificar a distribuição amostral. Considerando-se a distribuição normal dos resultados, aplicou-se o teste T para amostras independentes. O nível de significância foi estabelecido em 5% (p < 0.05).



Gigura 6. Ilustração do parâmetro bidimensional de circularidade que varia entre 0 e 1, sendo qu**l**e a direita, próximo de "0" corresponde a uma reta, observando um canal mais achatado e a esquerda, próximo de "1" correlaciona-se a um círculo perfeito, demonstrando a forma mais circular dos canais radiculares.

Os softwares CTVox v.2.4.0r870 e CTVol v.2.2.1.0 (Bruker Micro-CT, Kontich, Bélgica) foram utilizados para a visualização dos modelos tridimensionais e análise qualitativa da anatomia interna e externa dos dentes decíduos.

Resultados
Análise quantitativa

Os dados obtidos (média e desvio padrão) nas análises quantitativas bi e tridimensional dos primeiros e segundos molares inferiores e superiores decíduos, por meio da micro-CT, estão representados nas Tabelas de I a V.

A Tabela I apresenta o número de canais encontrados nos 3 milímetros apicais avaliados. O número máximo de canais radiculares encontrados por raiz foi 2. Para os molares inferiores, a presença de 2 canais variou de 11 a 60%; e para os molares superiores variou de 0 a 42,8%. A presença de apenas um canal por raiz foi observada em 100% dos segundos molares superiores a 3 mm do bisel de rizólise.

Distância do Bisel	Número de Canais	1°	мі	2° MI			1° MS			2° MS			
		M n=9	D n=9	M n=9	D n=10	MV n=7	DV n=8	Р n=10	MV n=8	DV n=10	Р n=10		
	1	89% (8)	78% (7)	70% (6)	89% (9)	57,20% (4)	100% (8)	100% (10)	87,50% (7)	100% (10)	100% (10)		
1 mm	2	11% (1)	22% (2)	30% (3)	11% (1)	42,80% (3)	0% (0)	0% (0)	12,50% (1)	0% (0)	0% (0)		
	Total	10	11	12	11	10	8	10	9	10	10		
	1	78% (7)	89% (8)	40% (3)	89%(9)	85,80% (6)	100% (8)	100% (10)	87,50% (7)	100% (10)	100% (10)		
2 mm	2	22% (2)	11% (1)	60% (6)	11% (1)	14,20% (1)	0% (0)	0% (0)	12,50% (1)	0% (0)	0% (0)		
	Total	11	10	15	11	8	8	10	9	10	10		
3 mm	1	56% (5)	89% (8)	40% (3)	89% (9)	85,80% (6)	87,50% (7)	100% (10)	100% (8)	100% (10)	100% (10)		
	2	44% (4)	11% (1)	60% (6)	11% (1)	14,20% (1)	12,50% (1)	0% (0)	0% (0)	0% (0)	0% (0)		
	Total	13	10	15	11	8	9	10	8	10	10		

Tabela I. Número e distribuição da frequência (n) dos canais radiculares localizados a 1, 2 e 3 mm do bisel e rizólise dos primeiros e segundos molares inferiores e superiores decíduos

MI: molar inferior; MS: molar superior; M: mesial; D: distal; MV: mesiovestibular; DV: distovestibular; P: palatino.

A análise morfométrica dos canais radiculares dos molares inferiores mostrou que a área dos canais mesiais (M) e distais (D) aumentou gradualmente a cada milímetro avaliado, exceto no canal M dos segundos molares que apresentou o menor valor de área a 2 milímetros ($0,27 \pm 0,42$). A circularidade variou entre $0,31 \pm$ $0,20 e 0,49 \pm 0,21$, para os canais M; e entre $0,26 \pm 0,21 e 0,46 \pm 0,17$ para os canais D, demonstrando, apicalmente, uma forma mais achatada desses canais. Em relação ao diâmetro, o maior diâmetro apresentou-se, em média, duas vezes maior que o diâmetro menor em todos os canais e em todos os milímetros avaliados. (Tabela II).

A análise morfométrica bidimensional das raízes dos molares inferiores mostrou que a espessura da dentina na face interna das mesmas foi sempre menor que a espessura na face externa, apresentando diferença estatística entre as faces de todas as raízes e milímetros avaliados nos 1ºMI (p<0,05) (Tabela II). Entre os milímetros avaliados foi observada diferença estatística apenas para a espessura externa da raiz mesial do 2ºMI.

Considerando o comprimento médio das raízes e dos canais radiculares, observou-se que a extensão da raiz foi sempre maior que a extensão do canal, apresentando diferença estatística apenas entre o comprimento da raiz e do canal distal no 2ºMI, sendo que a raiz distal do mesmo apresentou-se significantemente maior comparada ao 1ºMI (Tabela II).

Tabela II. Análise dos parâmetros bidimensionais (área, circularidade, maior e menor diâmetro, espessura interna e externa) e do comprimento de primeiros e segundos molares inferiores a 1, 2 e 3 mm do bisel de rizólise (média ± desvio padrão)

				Cai	nais Radicula				Raízes		
Amost	tra (n)	Distância do Bisel	Área (mm²)	Circularidade	Maior Diâmetro (mm)	Menor Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Espe Int	essura erna	Espessura Externa	Comprimento (mm)
1° MI	M (9)	1 mm 2 mm 3 mm	0,45 ± 0,63 0,48 ± 0,62 0,56 ± 0,67	0,49 ± 0,21 0,45 ± 0,21 0,40 ± 0,23	1,05 ± 1,04 1,13 ± 0,98 1,31 ± 0,90	0,42 ± 0,30 0,45 ± 0,28 0,49 ± 0,30	6,18 ± 1,56	0,41 0,50 0,58	± 0,08 ± 0,11 ± 0,18	0,72 ± 0,14 0,80 ± 0,22 0,94 ± 0,24	7,35 ± 1,57
1 1011	D (9)	1 mm 2 mm 3 mm	0,51 ± 0,41 0,68 ± 0,40 0,73 ± 0,46	0,37 ± 0,16 0,38 ± 0,19 0,46 ± 0,17	1,25 ± 0,64 1,55 ± 0,47 1,48 ± 0,63	0,49 ± 0,26 0,59 ± 0,22 0,64 ± 0,33	4,79 ± 2,55 ^ª	0,42 0,54 0,42	± 0,10 ± 0,23 ± 0,11	0,83 ± 0,38 0,88 ± 0,37 0,88 ± 0,34	6,41 ± 1,98
20 14	M (9)	1 mm 2 mm 3 mm	0,41 ± 0,69 0,27 ± 0,42 0,55 ± 0,95	0,45 ± 0,26 0,43 ± 0,23 0,31 ± 0,20	1,32 ± 1,62 1,01 ± 1,00 1,45 ± 1,18	0,39 ± 0,22 0,36 ± 0,18 0,42 ± 0,27	7,07 ± 1,87	0,55 0,62 0,63	± 0,17 ± 0,17 ± 0,12	0,63 ± 0,15 ^a 0,76 ± 0,13 ^{ab} 0,82 ± 0,19^b	8,52 ± 1,15
2° MI	D (10)	1 mm 2 mm 3 mm	0,49 ± 0,53 0,74 ± 0,72 1,20 ± 1,01	0,26 ± 0,21 0,29 ± 0,24 0,26 ± 0,23	1,82 ± 1,43 2,11 ± 1,58 2,71 ± 1,44	0,35 ± 0,14 0,41 ± 0,20 0,55 ± 0,27	6,72 ± 2,34 ^b	0,53 0,62 0,65	± 0,16 ± 0,11 ± 0,16	0,76 ± 0,29 0,80 ± 0,26 0,90 ± 0,31	8,96 ± 2,02

MI: molar inferior; M: mesial; D: distal.

Letras diferentes e valores em negrito significam diferença estatística (Teste T para amostras independentes p<0,05).

A Tabela III apresenta os resultados da avaliação tridimensional dos primeiros e segundos molares inferiores decíduos. Observamos que, para os parâmetros de volume e área de superfície os maiores valores foram encontrados na raiz M para os primeiros molares e na raiz D para os segundos molares. Os valores do SMI variaram entre $1,69 \pm 0,36$ e $2,06 \pm 0,49$, sugerindo forma geométrica tridimensional dos canais radiculares com tendência a um cone. A análise estatística revelou diferença entre o primeiro e o segundo molar inferior em relação a área de superfície do canal mesial e, volume e área de superfície do canal distal.

	Canais Radiculares									
	Vol (m	ume m³)	Área de S (m	Superfície m²)	SMI					
Amostra	1º MI	2º MI	1º MI	2º MI	1º MI	2º MI				
Canal										
М	5,45 ± 3,62	6,66 ± 2,77	36,14 ± 12,77 ^ª	58,78 ± 20,30 ^b	2,06 ± 0,49	1,75 ± 0,50				
D	4,69 ± 4,42 ^ª	9,69 ± 3,57 ^b	28,02 ± 15,65ª	65,98 ± 18,35 ^b	1,98 ± 0,45	1,69 ± 0,36				

Tabela III. Análise dos parâmetros tridimensionais (volume, área de superfície e SMI) de primeiros e segundos molares inferiores (média ± desvio padrão)

MI: molar inferior; M: mesial; D: distal.

Letras diferentes significam diferença estatística (Teste T para amostras independentes p<0,05).

A análise morfométrica dos canais radiculares dos molares superiores mostrou que a área dos canais mesiovestibulares (MV), distovestibulares (DV) e palatinos (P) aumentou gradualmente a cada milímetro avaliado. A circularidade variou entre $0,26 \pm 0,14 = 0,48 \pm 0,19$, para os canais MV; e entre $0,34 \pm 0,27 = 0,55 \pm 0,20$ para os canais DV, demonstrando como tendência uma forma mais achatada desses canais; já os canais P apresentaram valores de circularidade entre $0,50 \pm 0,11 = 0,63 \pm 0,18$, demonstrando, a tendência de uma forma mais circular. Em relação ao diâmetro, os valores mais elevados para o maior diâmetro foi encontrado a 3 mm do canal P tanto para o primeiro, como para o segundo molar (1,37 $\pm 0,51$ e 1,71 $\pm 0,55$, respectivamente); e para o menor diâmetro os menores valores foram encontrados a 1 mm do canal DV tanto para o primeiro, como para o segundo molar (0,29 $\pm 0,26$ e 0,34 $\pm 0,11$, respectivamente) (Tabela IV).

A análise morfométrica bidimensional das raízes dos molares superiores mostrou que a espessura da dentina na face interna das mesmas foi, no geral, sempre menor que a espessura na face externa, não apresentando diferença estatística entre as faces apenas para a raiz distovestibular do 1º e 2ºMS em todos os milímetros avaliados (p>0,05) (Tabela IV).

Exceto para a espessura externa da raiz distovestibular do 1ºMS, espessura interna da raiz mesiovestibular do 2ºMS e para menor diâmetro do canal palatino, os

parâmetros bidimensionais não apresentaram diferença estatística entre os milímetros avaliados.

Considerando o comprimento médio das raízes e dos canais radiculares, observou-se que a extensão da raiz foi sempre maior que a extensão do canal apresentando diferença estatística apenas entre o comprimento da raiz e do canal mesiovestibular no 2ºMS (Tabela IV).

Tabela IV. Análise dos parâmetros bidimensionais (área, circularidade, maior e menor diâmetro, espessura interna e externa) e do comprimento de primeiros e segundos molares superiores a 1, 2 e 3 mm do bisel de rizólise (média ± desvio padrão)

				Canais Ra	diculares	Raízes				
Amostra (n)		Distância do Bisel	Área (mm²)	Circularidade	Maior Diâmetro (mm)	Menor Diâmetro (mm)	Comprimento (mm)	Espessura Interna	Espessura Externa	Comprimento (mm)
	MV (7)	1 mm 2 mm 3 mm	0,15 ± 0,15 0,26 ± 0,21 0,30 ± 0,25	0,48 ± 0,19 0,38 ± 0,23 0,39 ± 0,21	0,58 ± 0,30 1,03 ± 0,66 1,06 ± 0,61	0,30 ± 0,22 0,39 ± 0,22 0,43 ± 0,23	6,58 ± 2,30	0,37 ± 0,18 0,40 ± 0,11 0,52 ± 0,11	0,66 ± 0,32 0,76 ± 0,36 0,77 ± 0,30	7,97 ± 1,14
1° MS	DV (8)	1 mm 2 mm 3 mm	0,18 ± 0,32 0,21 ± 0,33 0,22 ± 0,30	0,55 ± 0,20 0,52 ± 0,24 0,48 ± 0,21	0,51 ± 0,39 0,62 ± 0,39 0,68 ± 0,34	0,29 ± 0,26 0,32 ± 0,25 0,34 ± 0,24	0,42 ± 0, 5,48 ± 1,57 0,64 ± 0, 0,68 ± 0,	$0,42 \pm 0,09^{a}$ $0,64 \pm 0,22^{ab}$ $0,68 \pm 0,30^{b}$	0,60 ± 0,25 0,75 ± 0,26 0,97 ± 0,29	6,71 ± 1,79
	P (10)	1 mm 2 mm 3 mm	0,47 ± 0,53 0,64 ± 0,59 0,94 ± 0,74	0,60 ± 0,17 0,63 ± 0,18 0,54 ± 0,18	0,85 ± 0,40 1,02 ± 0,41 1,37 ± 0,51	0,57 ± 0,39 0,71 ± 0,40 0,83 ± 0,43	4,63 ± 1,90	0,81 ± 0,25 1,13 ± 0,39 1,26 ± 0,47	1,08 ± 0,27 1,16 ± 0,27 1,29 ± 0,39	5,96 ± 1,82
2° MS	MV (8)	1 mm 2 mm 3 mm	0,34 ± 0,25 0,42 ± 0,27 0,47 ± 0,32	0,33 ± 0,18 0,28 ± 0,13 0,26 ± 0,14	1,29 ± 0,91 1,47 ± 0,90 1,65 ± 1,00	0,39 ± 0,16 0,41 ± 0,17 0,42 ± 0,20	6,30 ± 1,97	0,46 ± 0,11 ^a 0,54± 0,10 ^{ab} 0,64 ± 0,11 ^b	0,65 ± 0,18 0,83 ± 0,22 0,84 ± 0,21	8,50 ± 1,44
	DV (10)	1 mm 2 mm 3 mm	0,23 ± 0,14 0,34 ± 0,16 0,42 ± 0,20	0,38 ± 0,20 0,35 ± 0,22 0,34 ± 0,27	0,94 ± 0,35 1,34 ± 0,63 1,62 ± 0,92	0,34 ± 0,11 0,38 ± 0,10 0,43 ± 0,10	5,75 ± 1,42	0,56 ± 0,21 0,66 ± 0,21 0,76 ± 0,27	0,70 ± 0,15 0,84 ± 0,24 0,92 ± 0,33	6,52 ± 1,65
	P (10)	1 mm 2 mm 3 mm	0,70 ± 0,29 0,94 ± 0,41 1,12 ± 0,44	0,51 ± 0,14 0,50 ± 0,11 0,50 ± 0,12	1,33 ± 0,36 1,55 ± 0,44 1,71 ± 0,55	$0,66 \pm 0,12^{a}$ $0,78 \pm 0,14^{ab}$ $0,87 \pm 0,15^{b}$	5,97 ± 1,88	0,67 ± 0,27 0,80 ± 0,39 0,84 ± 0,28	1,02 ± 0,37 1,21 ± 0,40 1,39 ± 0,52	7,49 ± 1,48

MS: molar superior; MV: mesiovestibular; DV: distovestibular; P: palatino.

Letras diferentes e valores em negrito significam diferença estatística (Teste T para amostras independentes p<0,05).

A Tabela V apresenta os resultados da avaliação tridimensional dos primeiros e segundos molares superiores decíduos. Observamos que, para o parâmetro de volume, os maiores valores encontrados foram na raiz P para os primeiros e segundo molares; e para área de superfície os maiores valores encontrados foram na raiz MV para os primeiros molares e na raiz P para os segundo molares. Os valores do SMI para as raízes MV e DV foi 1,81 ± 0,61 e 2,19 ± 0,55, e a raiz palatina teve máximo de 2,74 ± 0,38, sugerindo forma geométrica tridimensional dos canais radiculares com tendência a um cone nas raízes MV e DV e ao cilindro para raiz P. A análise estatística revelou diferença entre o primeiro e o segundo molar superior em relação a área de superfície do canal distovestibular e, volume e área de superfície do canal palatino.

		diculares					
	Vol (m	ume m³)	Área de s (m	Superfície Im²)	SMI		
Amostra	- 1° MS	2° MC	1° MS	2° MC	1° MS	2° MS	
Canal	- 1 1013	2 1015	1 1015	2 1015	1 1015	2 1013	
MV	2.87 ± 2.17	3.25 ± 1.61	24.52 ± 7.92	31.07 ± 12.09	2.15 ± 0.63	1.81 ± 0.61	
DV	1.32 ± 1.65	2.07 ± 1.04	11.45 ± 6.91ª	22.25 ± 11.59 ^b	2.19 ± 0.55	2.08 ± 0.59	
Р	2.90 ± 2.58 ^a	5.48 ± 2.63 ^b	17.90 ± 7.54 ^ª	31.85 ± 11.60 ^b	2.74 ± 0.38	2.53 ± 0.45	

Tabela V. Análise dos parâmetros tridimensionais (volume, área de superfície e SMI) de primeiros e segundos molares superiores (média ± desvio padrão)

MS: molar superior; MV: mesiovestibular; DV: distovestibular; P: palatino.

Letras diferentes significam diferença estatística (Teste T para amostras independentes p<0,05).

Análise qualitativa

Os modelos tridimensionais obtidos por meio da micro-CT evidenaciam diferentes características da anatomia interna e externa de molares decíduos, assim como também do processo de rizólise ocorrido nesses dentes.

Devido ao processo de esfoliação, foi observado além do bisel de rizólise, a presença de crateras irregulares de reabsorção na superfície externa de algumas raízes (Figuras 7, 9, 11, 13). O bisel de rizólise apresentou extensão variável nas diferentes raízes (Figuras 7, 9, 11, 13) e também resultou em uma espessura mais delgada da região apical comparada à região do terço médio e cervical, assemelhando a uma forma de lâmina de faca dessas raízes (Figura 7: 2A, 2B e 2C;

Figura 11: 3A, 3B e 3C; Figura 13: 2A, 2B e 2C). O processo de rizólise acometeu principalmente a superfície interna das raízes de forma convexa, muitas vezes com envolvimento da região de furca (Figura 7: 1 e 2; Figura 11: 3; Figura 13: 1) e superfície externa de algumas raízes (Figura 7: 2 e 3; Figura 9: 2; Figura 11: 2; Figura 13: 2 e 3). As raízes apresentaram divergência no terço cervical e a partir do terço médio convergiram em direção ao terço apical (Figura 7: 1 e 3; Figura 9: 3; Figura 11: 1 e 2; Figura 13: 1 e 3).

A anatomia interna mostrou a presença de canais achatados e curvaturas moderadas, bem como sistemas de canais radiculares complexos em relação ao número de canais e istmos (Figura 8: 3C; Figura 10: 1C e 3C; Figura 12: 3C; Figura 14: 1C), podendo variar nos 3 milímetros apicais de 1 a 2 canais. A extensão dos canais até a perfuração resultante do bisel de rizólise, representado em vermelho nas Figuras 8, 10, 12, 14 na posição (C) foi, muitas vezes, menor que a extensão de toda a raiz e canal radicular representada em tons de cinza nas Figuras 8, 10, 12, 14 na posição (B) da dentina radicular.



Figura 7. Anatomia externa dos primeiros molares decíduos inferiores. (1A, B e C) Presença de crateras irregulares de reabsorção envolvendo a superfície interna e externa das raízes, (1D) bem como a região de furca. (2A, B, C) Visão de diferentes ângulos da extensão da rizólise nas diferentes raízes e processo de rizólise envolvendo região de furca. (2D) Visão no sentido da furca mostrando presença de quatro forames apicais e bisel de rizólise. (3A, B e C) Processo de rizólise envolvendo levemente a superfície interna e externa das raízes. (3D) Presença de bisel de rizólise acentuado na raiz distal levando a abertura foraminal antes do terço apical.



Figura 8. Modelos tridimensionais evidenciando a anatomia interna dos primeiros molares decíduos inferiores. Em B1, B2 e B3 é possível observar em tons de cinza toda a extensão da raiz e do canal radicular mesmo que ela tenha sofrido processo de rizólise em uma das faces, já em C1, C2 e C3 o a cor vermelha representa o canal da região cervical até a região apical em que houve abertura foraminal pelo processo de rizólise, que podem ser comparado com a anatomia externa observado em A1, A2 e A3. A visão no sentido da furca, mostra em (1D) grande amplitude do forame apical e abertura lateral da raiz devido processo de rizólise, em (3D) presença de cinco aberturas foraminais, já em (3D) processo de rozilise que ocasionou exposição do canal radicular antes do terço apical.



Figura 9. Anatomia externa dos segundos molares inferiores. Em 1 (A, B e C) mostra discreto processo de rizólise e curvatura em "S" da raiz distal. Em 2 (A, B e C) é possível observar grau de rizólise mais acentuada na raiz dista comparada a raiz mesial, já em 3 (A, B e C) as raízes são divergentes no terço cervical e convergentes ao nível apical, no sentido de aprisionamento do germe do dente permanente. A visão no sentido da furca mostra apenas dois forames apicais em D (1) e diferentes tipos de bisel de rizólise em D (1 e 2).



Figura 10. Modelos tridimensionais evidenciando a anatomia interna dos segundos molares decíduos inferiores. Em B1, B2 e B3 é possível observar em tons de cinza toda a extensão da raiz e do canal radicular mesmo que ela tenha sofrido processo de rizólise em uma das faces, já em C1, C2 e C3 o a cor vermelha representa o canal da região cervical até a região apical em que houve abertura foraminal pelo processo de rizólise. Que pode ser comparado com a anatomia externa em A1, A2 e A3. Em (2C) e (3C) é possível observar, respectivamente, canais com acentuado achatamento e a complexidade de número de canais e istmos. A visão no sentido da furca (D1, D2 e D3) mostra diferentes números e localizações de aberturas foraminais.



Figura 11. Anatomia externa dos primeiros molares superiores. (1A, B e C) Presença de crateras irregulares de reabsorção envolvendo as superfícies internas e externas de todas as raízes. 2 (A, B e C) e 3 (A, B e C) Visão de diferentes ângulos da extensão da rizólise nas diferentes raízes. Em D (1) é possível observar forames amplos e abertura extensa na raiz distovestibular devido ao processo de reabsorção, já em D (2 e 3) observa-se presença de reabsorção acentuada na região interna das raízes resultando no biselamento das mesmas.



Figura 12. Modelos tridimensionais evidenciando a anatomia interna dos primeiros molares decíduos superiores. Em **B1**, **B2 e B3** é possível observar em tons de cinza toda a extensão da raiz e do canal radicular mesmo que ela tenha sofrido processo de rizólise em uma das faces, já em **C1**, **C2 e C3** o a cor vermelha representa o canal da região cervical até a região apical em que houve abertura foraminal pelo processo de rizólise, que pode ser comparado com a anatomia externa em **A1**, **A2 e A3**. A visão no sentido da furca **D (1)** mostra grande amplitude da abertura foraminal, e extensa perfuração resultante do processo de rizólise, e em **D (2 e 3)** é possível observar processo de rizólise na região interna de todas as raízes, coincidindo, com a região onde se localiza o germe do dente permanente.



Figura 13. Anatomia externa dos segundos molares superiores. (1A, B, C e D) Presença de crateras irregulares de reabsorção envolvendo as superfícies internas e externas de todas as raízes e raiz mesiovestibular com curvatura em "S". 2 (A, B e C) Diferentes ângulos da extensão da rizólise nas diferentes raízes caracterizando o bisel de rizólise. 3 (A, B e C) Diferentes ângulos da extensão da rizólise nas diferentes raízes com presença de reabsorção extensa na superfície externa da raiz mesiovestibular e fusão parcial das raízes palatina e distovestibular. Em D (2 e 3) Visão no sentido da furca mostrando o processo de rizólise envolvendo diferentes superfícies.



Figura 14. Modelos tridimensionais evidenciando a anatomia interna dos segundos molares decíduos superiores. Em **B1**, **B2 e B3** é possível observar em tons de cinza toda a extensão da raiz e do canal radicular mesmo que ela tenha sofrido processo de rizólise em uma das faces, já em **C1**, **C2 e C3** o a cor vermelha representa o canal da região cervical até a região apical em que houve abertura foraminal pelo processo de rizólise, comparado a anatomia externa em **A1**, **A2 e A3**. **D (1 e 2)** mostra a visão no sentido da furca onde se pode observar reabsorções na superfícies externas das raízes onde houve exposição do canal radicular, já em **D (3)** observa-se acentuado bisel na superfície interna da raiz palatina.

O assoalho da câmara pulpar dos molares decíduos avaliados apresentou acentuada convexidade, resultando em uma configuração espacial mais profunda dos orifícios da entrada dos canais radiculares, na região da junção cemento-esmalte (Figuras 15-18), apresentando configuração diversificada com tendência retangular, triangular e quadrangular para os molares inferiores e com tendência triangular e trapezoidal para os molares superiores.



Figura 15. Visão coronal do assoalho da câmara pulpar de primeiros molares inferiores mostrando acentuada convexidade e configuração espacial mais profunda dos orifícios da entrada dos canais radiculares. Em (1) é possível observar dois orifícios de entrada dos canais radiculares com grande amplitude no sentido mesiolingual com tendência a configuração espacial retangular do assoalho pulpar, já em (2) observa-se presença de três orifícios de entrada dos canais radiculares e grooves (setas) com tendência a configuração espacial triangular do assoalho pulpar.



Figura 16. Visão coronal do assoalho da câmara pulpar de segundos molares inferiores mostrando acentuada convexidade e configuração espacial mais profunda dos orifícios da entrada dos canais radiculares. Em (1) é possível observar a presença de três orifícios de canais radiculares com canal distal amplo no sentido mesiolingual com tendência a configuração espacial quadrangular do assoalho pulpar, já em (2) observa-se a presença de quatro orifícios de canais radiculares também com tendência a configuração espacial quadrangular do assoalho pulpar.



Figura 17. Visão coronal do assoalho da câmara pulpar de primeiros molares superiores mostrando acentuada convexidade e configuração espacial mais profunda dos orifícios da entrada dos canais radiculares. Em (1) observa-se a presença de três orifícios amplos da entrada de canais radiculares com tendência a configuração espacial triangular do assoalho pulpar, já em (2) é possível observar a presença de três orifícios da entrada de canais radiculares com tendência a configuração espacial triangular do assoalho pulpar, já em (2) é possível observar a presença de três orifícios da entrada de canais radiculares com tendência a configuração espacial triangular do assoalho pulpar, sendo o orifício da entrada do canal mesiovestibular levemente achatado; e presença de grooves (seta).



Figura 18. Visão coronal do assoalho da câmara pulpar de segundos molares superiores mostrando acentuada convexidade e configuração espacial mais profunda dos orifícios da entrada dos canais radiculares. Em (1) observa-se a presença de três orifícios amplos da entrada dos canais, já em (2) é possível observar a presença de três orifícios da entrada dos canais radiculares, sendo o orifício do canal mesiovestibular parcialmente fusionado com o orifício do canal palatino que se apresenta bastante achatado.

Discussão

A manutenção do dente decíduo na cavidade bucal até a fase de esfoliação é importante para manutenção do comprimento da arcada, para o desenvolvimento temporal e espacial harmônico do dente permanente, para a mastigação, fonação, e estética (Aminabadi; Farahani; Gajan, 2008; Bagherian et al., 2010). Portanto, quando o tratamento endodôntico é necessário, o principal objetivo da terapia em dentes decíduos é a limpeza dos tecidos infectados dos canais radiculares, sendo imperativo o detalhado conhecimento da morfologia da raiz e canais de dentes decíduos para melhor efetividade e resultado do tratamento (Bagherian et al., 2010).

Recentemente os estudos de anatomia de dentes permanentes têm sido realizados por meio de micro-CT, que permite maior acuidade e reconstrução tridimensional dos dentes estudados (Paqué; Peters, 2011; Versiani, Pécora, Sousa-Neto, 2011; Versiani; Pécora; Sousa-Neto, 2012; Markvart et al., 2012; Versiani, Pécora, Sousa-Neto, 2013). Assim, diante da ausência de dados na literatura utilizando este método para estudo da anatomia de dentes decíduos, a proposta foi avaliar, por meio de micro-CT, quantitativamente e qualitativamente os molares decíduos.

Em relação ao número de raízes e canais, o presente estudo mostrou que os molares inferiores e superiores apresentaram 2 e 3 raízes, respectivamente, sendo que essas raízes podiam apresentar 1 ou 2 canais radiculares estando de acordo com Bagherian et al. (2010). Entretanto, Zoremchhingi; Varma; Mungara (2005) e Gupta; Grewal (2005) observaram a presença de três canais na raiz distal do molar inferior e, enquanto para os molares superiores, há relatos de 4 raízes (Zoremchhingi; Varma; Mungara, 2005) como observado na Tabela VI.

Outro aspecto observado foi a diferença entre o comprimento do canal radicular comparado ao comprimento da raiz, uma vez que o processo de rizólise ocorre principalmente em forma de bisel na região interna, podendo haver abertura foraminal na face interna da raiz.

					- 1	Número de Raízes (%)			Núm	ero de Canai	s (%)		
Ano	Autor (s)	Método	Dente	n	Raízes	1	2	3	1	2	3	Análise Qualitativa	
1999	Bjorndal et al .	Micro CT	MS Permanente	5		-			-		-	Alta correlção entre a forma dos canais radiculares com sua correspondente raiz	
					м	100	0	-	0	100	0		
		Roentgenografia	1° MI Decíduo	15	 D	100	0		40	53 33	6 67		
2005	Gupta et al.					100	0		40	100	0,07	-	
		Diafanização	1° MI Decíduo	15	IVI D	100	0	-	0	100	0	-	
					D	100	0	-	46,67	53,33	0	•	
			1° MI Decíduo	15	M	100	0	-	6,67	93,33	0	-	
					D	100	0	-	40	60	0	-	
			2° MI Decíduo	15	м	86,7	13,3		0	100	0		
					D	100	0	-	40	53,3	6,7		
					MV	100	0	-	93,3	6,7	0	-	
2005	Zoremchhingi et al.	Tomografia	1° MS Decíduo		DV	100	0	-	100	0	0		
		Computadorizada			Р	100	0	-	100	0	0		
					Fusão DV/P	0	100	-	0	100	0		
					MV	100	0	-	46,6	53,4	0	-	
			28 140 0 (DV	100	0	-	73,4	26,6	0		
			2 MS Deciduo		Р	100	0	-	60	40	0		
					Fusão DV/P	-		-	-	-		-	
			MI Decíduo	55		-		-	-			% Canais Acessórios: 12.72%	
		Radiográfico	MS Decíduo	45		-		-	-			% Canais Acessórios: 4.44%	
			MI Decíduo	55								% Canais Acessórios: 23 63%	
2008	Poormina et al.	Diafanização Histologia	MC Deciduo	45								% Canals Accessorios: 29,00%	
			MID a sídua	45	-	-		-	-	-		% Catala Acessonos. 26,66%	
			WI Deciduo	55	-	-		-	-	-	-	% Canals Acessorios: 36,66%	
			MS Deciduo	45				-		-		% Canais Acessorios: 42,22%	
		Micro CT	1° MS Permanente		MV	100		-	20	40	-	41.6% de canais totalmente separados e 58.4%	
2008	Somma et al.			30	DV	100		-	100	0	-	de canais que se unem no ápice	
					Р	100		-	100	0	-		
	Song et al.	Radiográfico	1° MI Decíduo	4400	DL	-		9,7	100	0	-		
2008			2° MI Decíduo	3760	DL	-		27,8	100	0	-		
			1° MI Permanente	873	DL	-		33,1	100	0	-		
			1° MI Decíduo	15	-			-	-		-	% Canais Acessórios: 60%	
2000	Kunnen et el		2° MI Decíduo	15	-	-		-	-	-	-	% Canais Acessórios: 53,33%	
2009	Kumar et di.	MEV	1° MS Decíduo	15	-	-		-	-	-		% Canais Acessórios: 60%	
			2° MS Decíduo	15		-		-	-	-		% Canais Acessórios: 53,33%	
					м	100	0	-	18.5	81.5			
			1° MI Decíduo	27	D	100	0		77.8	22.2			
		Diafanização	2° MI Decíduo		M	100	0		0	100			
				22	D	100	0		63.6	36.4			
					MV	100	0		96.2	2 7			
2010	Bagherian et al.		1° MS Decíduo	27	DV	100	0		06.2	3,7			
			1 WS Deciduo	27	DV	100	0	-	90,3	3,7	-	-	
			-			P	100	0		100	0		•
					MV	100	0	-	100	0	-	-	
			2" MS Deciduo	14	DV	100	0	-	100	0	-		
					Р	100	0	-	100	0	-		
			1° MS Permanente	5	MV	-		-	-	-	-	Canais mesiais unidos e separados	
2012	Grande et al.	Micro CT	1° MI Permanente	5	м	-		-	-	-	-	2 amostras com 1 canal mesial	
			PM Permanente	5	-	-		-	-	-	-	Canais independentes com delta apical complexo	
					MV	-		-	76	24	-	-	
2012	Manala at at al	M	2° MS Permanete	25	DV	-		-	100	0	-		
2012	versialli et ul.	WICH CT	com 4 raízes	25	MP	-		-	100	0	-		
					DP	-		-	100	0			
					м	100	0		74,34	25,66	-		
			1° MI Decíduo	10	D	100	0		85.34	14.66			
					м	100	0		50	50	-		
			2° MI Decíduo	10	D	100	0		89	11			
					MV	100	0		76.27	23 73			
2013	Presente estudo	Micro CT	1° MS Decíduo	10	DV	100	0		100	23,75	-	-	
			1 WD Deciuu0	10	DV	100	0		100	0	-	•	
					۲	100	0		100	0	-	•	
			28 140 0 (-)	10	IVIV	100	U		91,7	8,3	-	-	
			 M2 Deciduo 	10	DV	100	0	-	100	0	-	-	
					Р	100	0		100	0	-		

Tabela VI. Resumo dos estudos de anatomia de molares decíduos e permanentes.

Essa situação é de suma importância para a determinação do comprimento de trabalho (CT) de dentes decíduos, levando em consideração somente a análise radiográfica, que embora seja um método tradicional, fornece imagem bidimensional o que pode levar a resultados incorretos (Tosun et al., 2008). A determinação incorreta do CT pode levar à sobreinstrumentação e/ou sobreobturação (Mente et al., 2012), o que pode gerar injúria periapical e possível dano para o dente sucessor. Considerando as variações anatômicas devido ao processo de rizólise e características encontradas no presente estudo e resultados favoráveis dos localizadores apicais de terceira geração (Leonardo et al., 2008), clinicamente o seu uso pode contribuir para a correta determinação do CT em dentes decíduos.

Os dados quantitativos bidimensionais mostram uma discrepância entre os valores médios dos diâmetros maiores e menores em todas as raízes dos grupos dentais estudados. Estes dados concordam com os valores de circularidade menores que 0,5, o que mostra a presença de achatamento desses canais no terço apical. Em geral, a espessura de dentina da face interna foi duas vezes menor que a espessura da face externa, o que corrobora com outro aspecto importante observado nas imagens tridimensionais das raízes onde as áreas de reabsorção em forma de bisel estavam localizadas na face interna das raízes em toda sua extensão, porém sendo mais acentuada na região apical, podendo envolver a região de furca, o que reflete o estímulo do processo de rizólise causado pelo germe do dente permanente, geralmente, localizado entre as raízes dos dentes decíduos.

Estes dados permitem refletir sobre o protocolo de preparo biomecânico desses canais, uma vez que, o uso de instrumentos de Ni-Ti mecanizados com cinemática de varredura, como o ProTaper e o Mtwo (Azar; Safi; Nikaein, 2012), para áreas achatadas, seria indicado. Uma vez que a parede dentinária encontra-se bastante delgada, o alargamento dessa região deve ser realizado de forma mínima e meticulosa, para que sua grande conicidade (Clauder; Baumann, 2004) não acarrete em perfurações laterais nos terços médio e apical, que apresenta espessura de dentina reduzida na face interna. Dessa maneira, o uso de irrigação/aspiração efetiva (Khademi; Yazdizadeh; Feizianfard, 2006) e medicação intracanal (Leonardo et al., 2006) são importantes para promover a desinfecção como coadjuvante do preparo.

Com relação às características das entradas dos canais estudados, observouse acentuada convexidade do assoalho pulpar, provavelmente relacionada à localização do germe do dente permanente, fazendo com que os orifícios de entrada dos canais fossem mais profundos, amplos e com paredes delgadas em direção à furca, no sentido mesiolingual nos molares inferiores, levando à percepção de um único canal.

Devido ao processo de esfoliação, observamos juntamente com o bisel de rizólise, a presença de crateras irregulares de reabsorção na superfície externa de algumas raízes. Estas crateras irregulares na superfície externa correspondem às lacunas de howship, que abrigam os clastos responsáveis pela degradação mineral e exposição da matriz orgânica dos tecidos durante a reabsorção radicular (da Silva et al., 2002; Bercy; Frank, 1980). A análise qualitativa, também mostrou que o bisel

de rizólise pode envolver diferentes níveis de extensão nas diferentes raízes. A posição e o tamanho do folículo afeta o padrão de reabsorção radicular em 36%, nos dentes decíduos, mostrando desigual reabsorção em uma ou mais raízes a qualquer momento (Prove; Symons; Meyers, 1992). Outra característica morfológica das raízes foi a divergência no terço cervical que a partir do terço médio tendem a convergir em direção ao terço apical, envolvendo o germe do dente permanente.

Em relação à metodologia aplicada, vale destacar que, à semelhança do que ocorre com os dentes permanentes (Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD, 2011; Versiani; Pécora; Sousa-Neto, 2012; Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD, 2013), a micro-CT permite grande acuidade e reconstrução dos dentes decíduos, soma-se a isso, que em relação à anatomia interna e externa nos dentes estudados foi possível verificar maior acuidade na análise da região apical sendo observados detalhes nas áreas onde houve abertura foraminal em função do processo de rizólise em bisel e também quantificar o número de canais nos três milímetros apicais avaliados, importantes para determinação de protocolos clínicos.

Considerando a anatomia externa e interna dos dentes decíduos descrita neste estudo, parece pertinente o desenvolvimento de instrumentos específicos, rotatórios ou oscilatórios, para o preparo biomecânico, com características que levem em consideração a conicidade, a espessura de paredes, CT e o limite apical.

Conclusões

Assim, com base na metodologia utilizada e nos resultados obtidos nesse estudo, podemos concluir que:

- 1. A micro-CT é uma importante ferramenta não-destrutiva, reprodutível e confiável no estudo da anatomia interna e externa de molares decíduos;
- As variações anatômicas observadas e os parâmetros quantitativos bi e tridimensionais obtidos nesse estudo, a partir da micro-CT, são importantes para determinar protocolos clínicos nos casos de tratamento endodôntico de dentes decíduos;

Referências Bibliográficas

Aminabadi NA, Farahani RM, Gajan EB. Study of root canal accessibility in human primary molars. **J Oral Sci**. 2008;50:69-74.

Azar MR, Safi L, Nikaein A. Comparison of the cleaning capacity of Mtwo and Pro Taper rotary systems and manual instruments in primary teeth. **Dent Res J**. 2012;9:146-51.

Bagherian A, Kalhori KA, Sadeghi M, Mirhosseini F, Parisay I. An in vitro study of root and canal morphology of human deciduous molars in an Iranian population. **J Oral Sci**. 2010;52:397-403.

Barberia E, Suarez MC, Villalon G, Maroto M, Garcia-Godoy F. Standards for mesiodistal and buccolingual crown size and height of primary molars in a sample of Spanish children. **Eur J Pediatr Dent.** 2009;10:169-75.

Baumann MA, Doll GM. Spatial reproduction of the root canal system by magnetic resonance microscopy. **J Endod.** 1997;23: 49-51.

Bercy P, Frank RM. Scanning electron microscopy of the surface of human cementum in various physiological and pathological conditions. **J Biol Buccale**. 1980;8:353-73.

Clauder T, Baumann MA. ProTaper NT system. **Dent Clin North Am**. 2004;48:87-111.

Cohen M, Burns RC. Pathways of pulp. 10th ed. St. Louis: Mosby Inc; 2011

da Silva TA, de Sá AC, Zardo M, Consolaro A, Lara VS. Inflammatory follicular cyst associated with an endodontically treated primary molar: a case report. **ASDC J Dent Child**. 2002;69:271-4.

Dowker SE, Davis GR, Elliott JC. X-ray microtomography: nondestructive threedimensional imaging for in vitro endodontic studies. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 1997;83: 510-16.

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

Fan B, Min Y, Lu G, Yang J, Cheung GS, Gutmann JL. Negotiation of C-shaped canal systems in mandibular second molars. **J Endod**. 2009;35:1003-8.

Fuks AB. Pulp therapy for the primary and young permanent dentition. **Dent Clin North Am**. 2000;44:571-96.

Gupta D, Grewal N. Root canal configuration of deciduous mandibular first molars-an in vitro study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**. 2005;23:134-7.

Heikkinen T, Alvesalo L, Tienari J. Deciduous tooth crown size and asymmetry in strabismic children. **Orthod Craniofac Res**. 2002; 5: 195-204.

Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. **J Endod**. 2006;32:417-20.

Kumar VD. A scanning electron microscope study of prevalence of accessory canals on the pulpal floor of deciduous molars. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**. 2009;27:85-9.

Leonardo MR, Hernandez ME, Silva LA, Tanomaru-Filho M. Effect of a calcium hydroxide-based root canal dressing on periapical repair in dogs: a histological study.**Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2006;102:680-5.

Leonardo MR, Silva LA, Nelson-Filho P, Silva RA, Raffaini MS. Ex vivo evaluation of the accuracy of two electronic apex locators during root canal length determination in primary teeth. **Int Endod J**. 2008; 41:317-21.

Lugliè PF, Grabesu V, Spano G, Lumbau A. Accessory foramina in the furcation area of primary molars. A SEM investigation. **Eur J Paediatr Dent**. 2012;13:329-32.

Markvart M, Darvann TA, Larsen P, Dalstra M, Kreiborg S, Bjørndal L. Micro-CT analyses of apical enlargement and molar root canal complexity. **Int Endod J**. 2012;45: 273-81.

Mente J, Seidel J, Buchalla W, Koch MJ. Electronic determination of root canal length in primary teeth with and without root resorption. **Int Endod J**. 2002;35:447-52.

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: 517-21.

Peters OA, Laib A, Ruegsegger P, Barbakow F. Three-dimensional analysis of root canal geometry by high-resolution computed tomography. **J Dent Res.** 2000;79: 1405-09.

Pinky C, Shashibhushan KK, Subbareddy VV. Endodontic treatment of necrosed primary teeth using two different combinations of antibacterial drugs: an in vivo study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**. 2011;29:121-7.

Plotino G, Grande NM, Pecci R, Bedini R, Pameijer CH, Somma F. Threedimensional imaging using microcomputed tomography for studying tooth macromorphology. **J Am Dent Assoc**. 2006;137:1555-61.

Poornima P, Subba Reddy VV. Comparison of digital radiography, decalcification, and histologic sectioning in the detection of accessory canals in furcation areas of human primary molars. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**. 2008;26:49-52.

Prove SA, Symons AL, Meyers IA.Physiological root resorption of primary molars. **J Clin Pediatr Dent**. 1992;16:202-6.

Swain MV, Xue J. State of the art of Micro-CT applications in dental research. **Int J Oral Sci**. 2009;1:177-88.

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

Tosun G, Erdemir A, Eldeniz AU, Sermet U, Sener Y. Accuracy of two electronic apex locators in primary teeth with and without apical resorption: a laboratory study. **Int Endod J**. 2008;41:436-41.

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

Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Flat-oval root canal preparation with self-adjusting file instrument: a micro-computed tomography study. **J Endod**. 2011;37:1002-7.

Versiani MA, Pécora JD, de Sousa-Neto MD. Root and root canal morphology of four-rooted maxillary second molars: a micro-computed tomography study. **J Endod**. 2012;38:977-82.

Versiani MA, Pécora JD, Sousa-Neto MD. Microcomputed tomography analysis of the root canal morphology of single-rooted mandibular canines. **Int Endod J**. doi: 10.1111/iej.12061. Epub 2013 Jan 7.

Wolf M, Küpper K, Reimann S, Bourauel C, Frentzen M. 3D analyses of interface voids in root canals filled with different sealer materials in combination with warm gutta-percha technique. **Clin Oral Investig**. 2013.

Yin X, Cheung GS, Zhang C, Masuda YM, Kimura Y, Matsumoto K. Micro-computed tomographic comparison of nickel-titanium rotary versus traditional instruments in C-shaped root canal system. **J Endod.** 2010;36: 708-12.

Zoremchhingi JT, Varma B, Mungara J. A study of root canal morphology of human primary molars using computerised tomography: an in vitro study. **J Indian Soc Pedod Prev Dent**. 2005;23:7-12.




Apêndice A. Modelos tridimensionais da anatomia externa dos dez primeiros molares decíduos inferiores estudados.





Apêndice B. Modelos tridimensionais da anatomia externa dos dez segundos molares decíduos inferiores estudados.





Apêndice C. Modelos tridimensionais da anatomia externa dos dez primeiros molares decíduos superiores estudados.





Apêndice D. Modelos tridimensionais da anatomia externa dos dez segundos molares decíduos superiores estudados.

