



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que a aluna Bruna Massoni Costa, RA 101655 esteve sob minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Análise comparativa da morfologia dentinária radicular de dentes decíduos humanos e bovinos no ano de 2013.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 - Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 24 de setembro de 2013.

Lernanda Miguê Razon

(nome e assinatura do orientador)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA



**Análise Comparativa da Morfologia Dentinária Radicular de Dentes Decíduos
Humanos e Bovinos**

BRUNA MASSONI COSTA

**Piracicaba
2013**

BRUNA MASSONI COSTA

**Análise Comparativa da Morfologia Dentinária Radicular de Dentes
Decíduos Humanos e Bovinos**

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Fernanda Miori Pascon

Coorientadora: Alexsandra Shizue Iwamoto

**Piracicaba
2013**

iii

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Costa, Bruna Massoni, 1992-

C823a Análise comparativa da morfologia dentinária
radicular de dentes decíduos humanos e bovinos /
Bruna Massoni Costa. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Fernanda Miori Pascon.

Coorientador: Aleksandra Shizue Iwamoto.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Canal radicular. 2. Microscopia eletrônica de
varredura. I. Pascon, Fernanda Miori, 1977- II.
Iwamoto, Aleksandra Shizue, 1987- III. Universidade
Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de
Piracicaba. IV. Título.

Dedicatória

Dedico esse trabalho de uma maneira geral a todos que de alguma forma contribuíram para que ele pudesse ser realizado.

Em especial, dedico a meus pais, Luciano e Nanci, que fizeram de tudo para que eu concluísse a graduação em Odontologia, todo o esforço que vocês fizeram, a cada dia, foi me ensinando o que é ter força de vontade e seguir em busca de um sonho.

Agradecimentos

À Deus primeiramente, por me proporcionar momentos tão felizes e a realização de um sonho com saúde e paz.

À Profa. Dra. Fernanda Miori Pascon pelo conhecimento, habilidade e generosidade com que me orientou neste trabalho.

À doutoranda Alexsandra Shizue Iwamoto por todo esforço, ensinamento, sabedoria e por dias de dedicação e ajuda na confecção desta obra.

Aos meus pais, a meu irmão Lucas que estiveram sempre do meu lado me apoiando e participando de momentos importantes da minha vida.

A minha prima Juliana e meus avôs que sempre estiveram comigo nos momentos que mais necessitei.

As minhas amigas de infância Camila Dias, Jennifer de Paula e Liara Amâncio por todo apoio e amizade a mais de uma década.

Ao meu namorado André por todos os momentos de alegria, por toda paciência e ajuda na confecção desse trabalho.

As minhas amigas Rosana Ribeiro, Jéssica Lima, Renata Leite, Jéssica Soares, Laís Karina e Rafaela Maria que me proporcionaram momentos muitos felizes e que sempre comemoraram e torceram pelas minhas vitórias.

Aos meus colegas de turma, com quem passei esses quatro anos, compartilhando momentos que sem dúvida ficarão gravados eternamente em minha memória.

Aos amigos de curso: Rebeca Domingues, Anne Caroline, Camila Avallone, Mariana Avallone, Kelly da Silva, Camila Nobre, Eloísa Souza, Thamara Beline, Anna Gabriela Camacho, Luís Fernando, Renato Rodrigues e Ricardo Bonfante. Quero vocês para sempre na minha vida e peço desculpas aos que não coloquei aqui, mas que sabem que tem um lugar especial em meu coração.

*“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é
senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria
menor se lhe faltasse uma gota”.*

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

Dentes humanos são frequentemente utilizados em pesquisas odontológicas na condução de estudos *in vitro* e *in situ*. Devido às dificuldades de obtenção destes dentes, tem-se buscado a substituição dos mesmos. No entanto, verifica-se que há lacunas no conhecimento em relação aos aspectos estruturais e morfológicos dos substratos dentinários de dentes decíduos humanos e bovinos na dentina radicular. Sendo assim, o objetivo nesse estudo foi verificar as diferenças estruturais e morfológicas entre os substratos radiculares de dentes decíduos humanos e bovinos. Foram selecionadas raízes de dentes decíduos de acordo com os seguintes grupos (n=9): raízes de incisivos centrais superiores decíduos humanos (H) e raízes de incisivos inferiores decíduos bovinos (B). As raízes foram seccionadas no sentido vestibulo-palatino, planificadas com lixas de carboneto de silício em granulações crescentes (#400 e #800) e então delimitadas nos terços cervicais, médios e apicais. Em seguida, foram preparadas e analisadas em microscopia eletrônica de varredura (MEV) para a contagem dos túbulos dentinários (1000X) e mensuração do diâmetro dos túbulos (5000X) utilizando-se o *software Image J 1.47*. Os resultados obtidos foram submetidos à ANOVA dois fatores (substratos X terços radiculares) e ao teste Tukey, ambos ao nível de significância de 5%. Verificou-se que não houve interação entre os fatores de estudo ($p > 0,05$). Maior número de túbulos dentinários foi encontrado para os dentes bovinos (315 ± 69) que diferiu dos humanos (176 ± 24) ($p < 0,05$). Em relação aos terços, o cervical (292 ± 19) apresentou maior número de túbulos dentinários, diferindo significativamente do apical (198 ± 65) ($p < 0,05$). Em relação ao diâmetro dos túbulos dentinários não observou-se diferença para os terços cervicais ($3,50 \pm 0,08$), médios ($3,45 \pm 0,30$) e apicais ($3,42 \pm 0,33$) e ao tipo de substrato (H - $3,29 \pm 0,14$; B - $3,63 \pm 0,06$). Conclui-se que: a estrutura dentinária radicular dos dentes decíduos humanos e bovinos apresentou-se diferentes, quanto ao número de túbulos dentinários presentes nos substratos e nos terços radiculares e que a morfologia dos túbulos dentinários do canal radicular, em relação ao diâmetro, apresentou-se semelhante independente do substrato e dos terços radiculares.

PALAVRAS-CHAVE: Canal Radicular, Dente Decíduo, Microscopia Eletrônica De Varredura.

ABSTRACT

Human teeth are often used in dental research for conducting *in vitro* and *in situ* studies. Since it is difficult to obtain human teeth, studies have been development for substitute this substrate. However, literature presents gaps in knowledge related to the dentinal substrate of human and bovine primary teeth radicular structure and morphology. The aim of this study was to evaluate the structural and morphological differences in human and bovine teeth root canal. Root canals of primary teeth were selected according to the following groups (n=9): central incisor maxillary roots of human primary teeth (H) and incisor roots of bovine primary teeth (B). The roots were sectioned in the vestibular-lingual direction, planned with 400- and 800- grit Sic papers and delimited in cervical, middle and apical thirds. Then, the specimens were prepared and analyzed by scanning electron microscopy (SEM) to calculate the dentin tubules number (1000X) and to measure the dentin tubule diameter (5000X) using Image J 1.47 software. The results were submitted to two-way ANOVA (substrate X root thirds) and Tukey test at statistical significance level of 5%. The highest dentin tubules number were observed for bovine teeth (315 ± 69), significantly different for human (176 ± 24). Regarding root thirds, cervical (292 ± 19) presented the higher dentin tubules number than apical (198 ± 65). The diameter of dentin tubules was not different for cervical third (3.50 ± 0.08), middle third (3.45 ± 0.30) e apical third (3.42 ± 0.33) and substrate (H - 3.29 ± 0.14 ; B - 3.63 ± 0.06). It could be concluded that radicular dentin structure of human and bovine primary teeth and root thirds was different regarding dentin tubules number and that radicular dentin morphology of human and bovine primary teeth and root thirds was similar concerning dentin tubules diameter.

Keywords: Root Canal, Primary Teeth, Scanning Electron Microscopy.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	REVISÃO DE LITERATURA	3
3.	PROPOSIÇÃO	12
4.	MATERIAL E MÉTODOS	13
4.1.	<i>Delineamento Experimental</i>	13
4.2.	<i>Seleção dos dentes e Preparo dos Espécimes</i>	14
4.3.	<i>Análise estatística</i>	17
5.	RESULTADOS	19
6.	DISCUSSÃO	24
7.	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28
	ANEXOS	32

1. INTRODUÇÃO

O emprego de dentes humanos em pesquisas odontológicas permite que as hipóteses em estudo sejam testadas em substratos mais relevantes clinicamente (Yassen *et al.*, 2011). Contudo, pela dificuldade de obtenção de tamanho amostral com qualidade e muitas vezes da impossibilidade de padronização (controle da fonte e idade dos dentes humanos), riscos de infecção e aspectos éticos envolvidos, os dentes de animais mamíferos têm sido utilizados como alternativas aos dentes humanos em estudos *in vitro* e *in situ* (Rueggeberg, 1991; Mellberg, 1992; Zero, 1995; Skene, 2002; Camargo *et al.*, 2007).

Dentre os dentes de animais mamíferos, os dentes bovinos são comumente utilizados como substitutos para os humanos nas pesquisas odontológicas pela facilidade de obtenção, por apresentarem similaridade aos dentes humanos em nível macro e microscópico e baixo índice de cárie (Camargo *et al.*, 2007; Fonseca *et al.*, 2008; Laurence-Young *et al.*, 2011). Ainda, a utilização de dentes humanos em estudos laboratoriais pode favorecer o comércio de órgãos dentários, violando a Lei 9.434 de 1997/02/04, que proíbe este tipo de procedimento (Camargo *et al.*, 2007).

Nas pesquisas odontológicas, os incisivos inferiores bovinos permanentes são frequentemente utilizados devido às semelhanças em tamanho e curvatura aos incisivos centrais superiores humanos (Schilke *et al.*, 2000). Ainda, os incisivos decíduos inferiores bovinos são considerados similares em tamanho aos incisivos centrais superiores humanos e geralmente apresentam superfícies vestibulares mais lisas.

Recentemente, uma revisão de literatura conduzida acerca da possibilidade de substituição dos dentes humanos pelos dentes bovinos demonstrou que tanto o esmalte quanto a dentina de dentes bovinos, com relação à morfologia e dureza, são possíveis substitutos de dentes humanos para a realização de pesquisas *in vitro* e *in situ* (Laurence-Young *et al.*, 2011).

Como os dentes bovinos apresentam similaridades estruturais com os dentes humanos, estes têm sido utilizados em estudos de materiais endodônticos para verificar a penetração e os efeitos dos agentes terapêuticos aplicados diretamente sobre a dentina exposta de acordo com o número e diâmetro dos túbulos da dentina do substrato utilizado (Camargo *et al.*, 2007). Assim, o conhecimento detalhado sobre estruturas dentinárias é essencial para verificar a diferença entre dentes

humanos e bovinos, em relação à permeabilidade e eficácia destes medicamentos intracanaís e materiais obturadores utilizados em tratamentos endodônticos.

As raízes dos dentes bovinos apresentam características morfológicas, como diâmetro dos túbulos dentinários, composição química, propriedades mecânicas, características físicas, como densidade, dureza e capacidade térmica, semelhantes às raízes dos dentes humanos (Schilke *et al.*, 2000; Imfeld, 2001; Camargo *et al.*, 2007). Os terços radiculares dos dentes bovinos e humanos apresentaram maior quantidade (em número) e maior diâmetro dos túbulos dentinários no terço cervical em relação aos terços médio e apical. Sendo que o terço cervical é considerado de grande importância para testes de resistência da união e de permeabilidade dentinária (Camargo *et al.*, 2007).

Em relação aos dentes decíduos, pesquisas também têm demonstrado as semelhanças entre os dentes decíduos bovinos e decíduos humanos e a importância desses dentes substitutos como alternativa ao uso dos dentes humanos. Krifka *et al.* (2008) relataram que dentes decíduos bovinos podem ser considerados como uma alternativa adequada para dentes decíduos humanos em testes de resistência adesiva. Ainda, Wegehaupt *et al.* (2008) verificaram que não houve diferença entre dentina humana decídua e dentina bovina permanente em teste de desgaste induzido por abrasão.

Dessa forma, observa-se que estudos comparando os substratos humanos e bovinos, têm sido conduzidos e publicados em diferentes áreas da odontologia. Entretanto, ainda há lacunas no conhecimento com relação à validade de se substituir dentes humanos por bovinos em experimentos laboratoriais (Yassen *et al.*, 2011), principalmente no que se refere a dentes decíduos da porção radicular. Dessa maneira, observa-se a necessidade de condução de estudos comparando microscopicamente dentes decíduos bovinos e humanos na porção radicular, pois a utilização de dentes decíduos bovinos como substitutos de dentes decíduos humanos facilitaria a condução de estudos acerca de materiais obturadores de canais radiculares, testes de permeabilidade e de adesão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. *Uso de dentes bovinos nas pesquisas odontológicas*

Diversas pesquisas odontológicas têm sido conduzidas utilizando dentes bovinos como substitutos dos dentes humanos. Dentre os dentes bovinos, os incisivos inferiores permanentes são os mais utilizados em estudos de materiais endodônticos devido à similaridade estrutural.

A dentina radicular dos dentes bovinos tem sido utilizada para analisar a penetração e os efeitos dos agentes terapêuticos endodônticos, como a associação de hidróxido de cálcio com clorexidina a 2% (Evans *et al.*, 2003; Gomes *et al.*, 2003). Nesses estudos, os pesquisadores avaliaram a eficácia antibacteriana da associação de hidróxido de cálcio com clorexidina a 2% como medicação intracanal de incisivos bovinos contaminados por *Enterococcus faecalis*. Evans *et al.* (2003), concluíram que o hidróxido de cálcio associado à clorexidina a 2% apresentou-se significativamente mais eficaz contra *Enterococcus faecalis* nos túbulos dentinários do que a associação de hidróxido de cálcio com água esterilizada. Ainda, Gomes *et al.* (2003), constataram que a clorexidina a 2% apresentou ação mais eficaz que o hidróxido de cálcio e que a atividade antibacteriana depende do tempo de permanência no interior do canal radicular.

Nessa mesma linha de medicação intracanal, Guerreiro-Tanomaru *et al.* (2012) avaliaram a difusão dos íons hidroxila na dentina radicular de dentes bovinos. Os medicamentos utilizados foram: hidróxido de cálcio com solução salina, Calen[®], Calen[®] com paramonoclorofenol canforado e Calen[®] com clorexidina a 0,4%. Os resultados demonstraram aumento do pH em 3 dias para a associação da Calen[®] com clorexidina e em 7 a 14 dias para os demais medicamentos. A Calen[®] promoveu aumento do pH até 21 dias, sendo que a Calen[®] com paramonoclorofenol canforado apresentou o maior pH aos 21 dias e todos os grupos tiveram resultados semelhantes aos 30 dias. Em 60 dias, os maiores valores de pH foram observados para a Calen[®] e a Calen[®] com paramonoclorofenol canforado. Os autores concluíram que as diferentes formulações de medicamentos intracanaís à base de hidróxido de cálcio estudadas liberaram íons hidroxila que difundem pela dentina radicular de dentes bovinos.

O estudo de Moreira *et al.* (2009) verificou o efeito de diferentes substâncias químicas auxiliares na superfície dentinária radicular de dentes bovinos durante o tratamento endodôntico por meio da microscopia de luz polarizada (MLP) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os canais radiculares tratados com hipoclorito de sódio a 5,25%, associados ou não ao EDTA a 17%, apresentaram um padrão de birrefringência significativamente diferente em comparação com o grupo controle (soro fisiológico). Os resultados revelaram que os grupos irrigados com clorexidina a 2% e EDTA, de forma independente ou em conjunto, não apresentaram diferenças significativas em comparação com o grupo controle. Imagens observadas em MEV mostraram alterações estruturais da matriz inorgânica do canal radicular para todos os grupos que utilizaram EDTA a 17%. Os autores concluíram que o hipoclorito de sódio a 5,25%, associado ou não ao EDTA a 17%, causou alterações no colágeno da dentina radicular e as imagens obtidas em MEV revelaram áreas de desmineralização nos grupos que utilizaram o EDTA a 17%.

Em relação à resistência adesiva da dentina radicular de dentes bovinos, Dietschi *et al.* (2006) avaliaram a influência das propriedades físicas de pinos intrarradiculares na união entre pino restauração após ciclagem mecânica. Para isso, utilizaram dentes decíduos bovinos que foram tratados endodonticamente e cimentados com diferentes pinos intrarradiculares (compostos por carbono, quartzo, fibras de quartzo e carbono, zircônia, aço inoxidável ou titânio). Os autores concluíram que independentemente da rigidez, os pinos intrarradiculares compostos por metal e cerâmica apresentaram-se menos eficazes no teste de fadiga mecânica do que os pinos compostos por fibras, sendo essa ocorrência devido à presença de defeitos na interface entre a restauração e a dentina.

Rosa *et al.* (2013) avaliaram a influência de cimentos endodônticos e o tempo decorrido entre a obturação do canal radicular e a cimentação do pino de fibra na resistência da união de pinos de fibra à dentina radicular bovina. Observaram que quando os pinos foram cimentados imediatamente após a obturação dos condutos, a resistência adesiva foi similar, independentemente do tipo de cimento endodôntico utilizado. Entretanto, após 15 dias, os dentes obturados com cimento resinoso à base de resina epóxi apresentaram os maiores valores de resistência adesiva. Os valores de resistência adesiva do mesmo cimento, nos diferentes tempos experimentais (cimentação do pino imediata ou 15 dias após a obturação do canal

radicular), não apresentaram alterações, e o tempo decorrido entre a obturação dos condutos e a cimentação do pino não influenciou a adesão do pino de fibra à dentina radicular. Por outro lado, concluíram que o tipo de cimento endodôntico influencia a adesão entre a dentina radicular e pinos de fibra.

Embora diversos estudos tenham utilizado dentes bovinos como substrato para análise de diferentes materiais dentários, verifica-se a importância de estudos de comparação entre substratos bovinos e humanos.

2.2. Avaliação do substrato bovino nos estudos *in situ* e *in vitro*

Em uma recente revisão de literatura, Laurence-Young *et al.* (2011) verificaram a utilização de dentes bovinos como possíveis substitutos de dentes humanos em estudos de erosão dental. Os autores observaram que a crescente necessidade de estudos em erosão dental, juntamente com as mudanças legislativas, originaram na dificuldade de obtenção de esmalte e dentina humana para os trabalhos experimentais, o que resultou na busca de fontes alternativas disponíveis. Assim, como alternativa ao substrato humano, dentes bovinos originados destes animais de ± 20 meses de idade foram utilizados com a suposição de que o esmalte e a dentina bovina se comportariam de maneira semelhante ao substrato humano. Os autores concluíram que os estudos de comparação dos substratos humanos e bovinos permanecem escassos, contudo há um consenso na utilização do esmalte bovino como substituto ao esmalte humano. A falta de dados em relação à comparação de substratos humanos e bovinos é devido à dificuldade de obtenção de um protocolo para avaliar as duas espécies.

Em estudo *in situ*, Turssi *et al.* (2010) compararam substratos humanos e bovinos em dois modelos de erosão dental e concluíram que não houve diferença significativa nos valores de microdureza entre o esmalte humano e bovino. Entretanto, a dentina radicular humana apresentou valores de microdureza significativamente maior em comparação com a dentina radicular bovina. Os autores sugerem que o esmalte bovino pode substituir com segurança o esmalte humano em modelos de erosão dental *in situ*, porém a dentina bovina radicular parece não ser uma alternativa viável para a substituição do substrato humano correspondente. No entanto, Rios *et al.* (2006) encontraram valores significativos menores de dureza e

maiores de desgaste em relação ao esmalte humano na comparação quantitativa dos substratos em lesões abrasivas.

Imfield *et al.* (2010) avaliaram *in vitro* os efeitos mecânicos da escovação manual no padrão abrasivo de substratos humanos e bovinos e não encontraram diferença significativa em relação à abrasão ou à rugosidade de superfície entre dentina humana e bovina. Attin *et al.* (2007) que compararam *in vitro* dentes permanentes e decíduos humanos e bovinos em relação à perda da superfície por abrasão de escovação, erosão e a combinação de erosão à abrasão, concluíram que não houve diferença significativa na perda de esmalte entre os diferentes tipos de substratos após a abrasão. Contudo, a perda de esmalte dos dentes decíduos e permanentes humanos, após o desafio erosivo e o processo erosão-abrasão, foi menor significativamente em relação aos dentes bovinos.

Ainda, Wegehaupt *et al.* (2008) compararam a perda da superfície dentinária de dentes humanos e bovinos devido à escovação com diferentes dentifrícios abrasivos. Foram analisadas substratos dentinários de pré-molares humanos e de incisivos inferiores bovinos. Os autores concluíram que não houve diferença significativa do desgaste dentinário entre a dentina radicular humana e bovina.

De acordo com Falla-Sotelo *et al.* (2005), num estudo bioquímico sobre a concentração de elementos constituintes dos dentes humanos, bovinos e suínos, não foram observadas diferenças entre os três tipos de dentes na concentração de cálcio e fósforo em esmalte e dentina. Ainda Hara *et al.* (2003) comparando dentes bovinos e humanos na progressão e inibição da cárie e composição do biofilme formado, não encontraram diferenças entre a dentina humana e bovina. Nesse estudo, observou-se que os níveis de *Streptococcus mutans* no biofilme formado, em amostras humanas ou bovinas, tratadas ou não com dentifrício fluoretado, não foram estatisticamente diferentes e não houve diferença significativa nos valores da perda mineral e da profundidade da lesão de cárie entre a dentina humana e bovina. Os resultados sugerem que a dentina bovina pode ser usada no lugar da dentina humana para avaliar o desenvolvimento e inibição da cárie.

Na comparação dos substratos de dentes humanos e bovinos pela radiodensidade e dureza, com variação da idade dos dentes bovinos (20, 30, 38 e 48 meses), Fonseca *et al.* (2008) encontraram resultados que indicam que a radiodensidade foi semelhante para os grupos de esmalte, porém a dentina bovina

apresentou maior radiodensidade do que a dentina humana, independentemente das faixas etárias. E que o esmalte apresentou maior radiodensidade e microdureza do que a dentina. Assim, os autores concluíram que quando utilizar como substrato o esmalte ou a dentina de dentes bovinos a idade dos dentes deve ser considerada, sendo que deve-se, como regra geral, selecionar dentes bovinos de idade mais avançada por apresentar maiores similaridades com os dentes humanos.

Tanaka *et al.* (2008) compararam a densidade radiográfica de dentes bovinos e humanos e encontraram que a densidade radiográfica do esmalte bovino é significativamente mais elevada que a do esmalte. Em relação à dentina, verificaram que dentina coronária bovina apresenta radiodensidade estatisticamente inferior à humana e que a dentina radicular bovina é menos radiodensa quando comparada à humana, embora estatisticamente não significativa. Os autores concluíram que os dentes bovinos devem ser utilizados com precaução em estudos radiográficos.

Camargo *et al.* (2006) compararam o pH e a liberação de íons de cálcio após a utilização de pasta de hidróxido de cálcio com diferentes veículos em dentes humanos e bovinos. Verificaram que não houve diferença significativa para o pH entre os grupos humanos e bovinos. No entanto, em relação à liberação de íons cálcio, dentes bovinos apresentaram maior liberação iônica do que humanos. Isto provavelmente ocorreu devido ao maior calibre dos túbulos dentinários do substrato bovino em relação ao humano. Os resultados observados nesse estudo mostraram que, especialmente para valores de alterações de pH, é possível usar dentes bovinos para os estudos nessa área.

Dessa maneira, verifica-se que os estudos de comparação das propriedades físico-químicas entre os substratos humanos e bovinos são relevantes para a substituição dos substratos humanos e que a análise da morfologia e estrutura dentinária são importante para a compreensão das propriedades mecânicas do substrato.

2.3. Avaliação morfológica e estrutural da dentina bovina

Na busca de substitutos da dentina humana em teste de adesão, Shilke *et al.* (2000) compararam a quantidade e o diâmetro dos túbulos dentinários de dentes humanos e bovinos, utilizando análise em MEV. Foram analisados terceiros molares humanos não erupcionados, molares decíduos e incisivos centrais bovinos

permanentes, que resultaram no número e no diâmetro dos túbulos dentinários estatisticamente semelhantes nos diferentes substratos da porção coronária. Em relação à dentina radicular, o substrato bovino ($23,760 \pm 2,453$ número de túbulos/mm²) apresentou densidade de túbulos dentinários significativamente maior que os substratos humanos (decíduo - $18,243 \pm 3,845$, permanente - $18,781 \pm 5,855$ número de túbulos/mm²). Os autores concluíram que a dentina da porção coronária de incisivos bovinos permanentes ($17,310 \pm 2,140$ número de túbulos/mm²) é adequada na substituição da dentina humana em estudos de adesão.

Segundo Bonfim *et al.* (2001), estruturalmente, os dentes bovinos possuem maior número de túbulos dentinários próximo à polpa, como ocorre em dentes humanos. A variação da densidade tubular da dentina bovina coronária apresenta concentração mais elevada de túbulos dentinários em relação à dentina coronária humana. Ainda, Dutra-Correa *et al.* (2007) demonstraram que a dentina bovina possui alguns aspectos estruturais diferentes da humana, principalmente em relação ao diâmetro dos túbulos dentinários e à espessura de dentina peritubular nas diversas profundidades.

Puppim-Rotani & Caldo-Teixeira (2001) demonstraram que o sistema Carisolv[®] permitiu maior efeito sobre a superfície dentinária de dentes decíduos bovinos do que em decíduos humanos. Entretanto, ao condicionar a superfície com ácido fosfórico a 35%, os substratos decíduos bovinos e humanos apresentaram morfologia similar, caracterizados pela revelação dos túbulos, remoção total da *smear layer* e abertura dos túbulos dentinários. Ainda, na comparação da superfície dentinária de dentes humanos e bovinos permanentes verificaram que os padrões de condicionamento ácido apresentaram-se semelhantes.

O estudo de Camargo *et al.* (2008) comparou a morfologia superficial da dentina bovina e humana esclerótica em MEV, no qual foram analisadas três áreas pré-determinadas de cada espécime para cada substrato. Os pesquisadores verificaram que a dentina humana ($31,89 \pm 23,94$ túbulos abertos/área) e a dentina bovina ($30,33 \pm 18,14$ túbulos abertos/área) apresentaram a densidade tubular semelhantes. Com base nos resultados, os autores concluíram que a dentina exposta na superfície incisal dos dentes humanos e bovinos apresentam aspectos clínicos e micro-morfológicos semelhantes.

Lopes *et al.* (2009) analisaram molares humanos e incisivos bovinos em três diferentes profundidades da dentina (superficial, média e profunda) por meio de MEV. Contou-se o número de túbulos dentinários e foram mensurados cinco túbulos aleatoriamente. Os dentes bovinos, na porção superficial ($4,21 \pm 0,44 \mu\text{m}$) e média ($3,98 \pm 0,26 \mu\text{m}$) da dentina apresentaram túbulos com diâmetro significativamente maior do que na porção profunda ($3,14 \pm 0,41 \mu\text{m}$). Para os dentes humanos, o diâmetro dos túbulos na porção mais superficial ($2,42 \pm 0,56 \mu\text{m}$) apresentou-se significativamente menor do que na porção mais profunda ($2,99 \pm 0,44 \mu\text{m}$) e média ($2,94 \pm 0,38 \mu\text{m}$) da dentina. Em relação ao número de túbulos, a dentina humana (22,329) apresentou-se maior significativamente do que a dentina bovina (15,964), independentemente da região. Os autores concluíram que há uma diferença na estrutura e a morfologia tubular da dentina humana e bovina e que a dentina bovina deve ser utilizada ainda com cautela nos estudos de adesão.

Como observado acima, as diferenças estruturais e morfológicas entre a dentina bovina e humana podem influenciar os testes de adesão, estudos de comparação da resistência da união destes substratos vêm sendo conduzidos.

2.4. Estudos de adesão no substrato dentinário bovino

As pesquisas odontológicas que avaliam os diversos tipos de materiais dentários necessitam, muitas vezes, de grande quantidade de substrato para comparação do desempenho dos materiais dentários. Na busca de substratos com facilidade de obtenção e padronização, os dentes bovinos têm sido utilizados como substitutos dos substratos humanos. Assim, testes de comparação entre os substratos humanos e bovinos vêm sendo realizados para verificar se os dentes bovinos podem substituir adequadamente o substrato humano.

Reis *et al.* (2004) verificaram a resistência da união de dentes humanos, bovinos e suínos, nos substratos esmalte e dentina e a estrutura morfológica, em MEV. Na resistência da união, os autores encontraram diferenças significativas entre o esmalte e a dentina dos substratos, porém não encontraram diferença estatística entre os substratos humanos, bovinos e suínos. Também, na análise em MEV foi observada morfologia dentinária semelhante para todos os substratos estudados. Somente o esmalte suíno apresentou distribuição diferente dos prismas de esmalte os outros substratos, demonstrando que os dentes bovinos podem ser utilizados

como possíveis substitutos dos dentes humanos, tanto para o substrato esmalte como para a dentina em teste de união.

Nesse mesmo contexto, Lopes *et al.* (2003) também verificaram a resistência da união entre substratos humanos e bovinos com dois sistemas adesivos diferentes (Scotchbond Multi-Us[®] e Clearfil Liner Bond 2V[®]). Como resultados, o esmalte não apresentou diferença significativa entre os dentes e também para os sistemas adesivos (Scotchbond Multi-Us[®] - $7,36 \pm 1,58$ MPa humano e $8,24 \pm 2,47$ MPa bovino; Clearfil Liner Bond 2V[®] - $10,01 \pm 3,22$ MPa humano e $7,95 \pm 1,98$ MPa bovino). Entretanto, a dentina humana ($7,01 \pm 2,26$ MPa) apresentou valores significativamente menores que a dentina bovina ($11,74 \pm 3,78$ MPa), quando utilizado o Scotchbond Multi-Us[®]. Para o Clearfil Liner Bond 2V[®], não foram encontradas diferenças significativas entre os substratos humano ($7,43 \pm 2,09$ MPa) e bovino ($9,27 \pm 2,69$ MPa).

Ao analisar o desempenho de diversos sistemas adesivos (Syntac Sortimento[®], Adper Prompt L-Pop[®], iBond Gluma Inside[®] e Clearfil Protect Bond[®]) nos substratos esmalte e dentina de dentes decíduos humanos e bovinos, Krifka *et al.* (2008) verificaram que os dentes bovinos podem ser considerados como uma alternativa adequada de substituição aos dentes humanos em estudos de resistência adesiva para dentes decíduos.

Ainda, Galhano *et al.* (2009), verificando a possibilidade de substituição da dentina radicular humana pelo substrato bovino em teste de resistência da união, encontraram diferenças significativas entre os dentes bovinos ($4,1 \pm 1,3$ MPa) e humanos ($8,6 \pm 5,7$ MPa), concluindo que a dentina radicular bovina é diferente da dentina radicular humana para testes da resistência da união e que mais estudos deveriam ser conduzidos em relação a substituição da dentina radicular humana por substratos bovinos. Assim, estudos de comparação entre a estrutura e a morfologia radicular entre dentes humanos e bovinos são necessários para verificar as diferenças entre estes substratos.

2.5. Estudos de análise da dentina radicular bovina

Na literatura, observou-se somente o estudo Camargo *et al.* (2007), que comparou a quantidade e o diâmetro dos túbulos dentinários de canais radiculares, nos terços cervical, médio e apical, dos dentes humanos e bovinos permanentes.

Nesse estudo, os autores analisaram em MEV pré-molares humanos e incisivos bovinos permanentes, nos aumentos 1.000 x e 5.000 x. Eles observaram que os espécimes bovinos apresentaram quantidade de túbulos dentinários significativamente maior do que o substrato humano, independente dos terços analisados. Em relação ao diâmetro dos túbulos dentinários, os autores não encontraram diferença significativa entre o substrato bovino e humano.

De acordo com a breve revisão de literatura apresentada, observa-se a constante busca de substitutos para dentes humanos na condução de pesquisas odontológicas *in vitro*. Entretanto, ainda há lacunas no conhecimento em relação à substituição de dentes decíduos humanos por bovinos, principalmente no que se refere à estrutura e morfologia de dentes decíduos bovinos na porção radicular.

3. PROPOSIÇÃO

O objetivo neste estudo foi avaliar as diferenças estruturais e morfológicas entre os substratos radiculares de dentes decíduos bovinos e humanos por meio de MEV.

As hipóteses testadas foram que:

1. A quantidade de túbulos dentinários do canal radicular entre o terço cervical, médio e apical são similares.
2. A quantidade de túbulos dentinários do canal radicular no terço cervical, médio e apical entre os dentes decíduos humanos e bovinos são similares.
3. O diâmetro dos túbulos dentinários do canal radicular entre o terço cervical, médio e apical são similares.
4. O diâmetro dos túbulos dentinários do canal radicular no terço cervical, médio e apical entre os dentes decíduos humanos e bovinos são similares.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. *Delineamento Experimental*

Os fatores de estudo foram: substrato radicular (raízes de incisivos centrais superiores decíduos humanos e raízes de incisivos inferiores decíduos bovinos) e terços radiculares (cervical, médio e apical). A amostra foi constituída de 9 raízes de dentes decíduos para cada grupo experimental. As variáveis de respostas foram: quantidade e diâmetro dos túbulos dentinários nos terços cervicais, médios e apicais, analisados por meio de MEV (Figura 1).

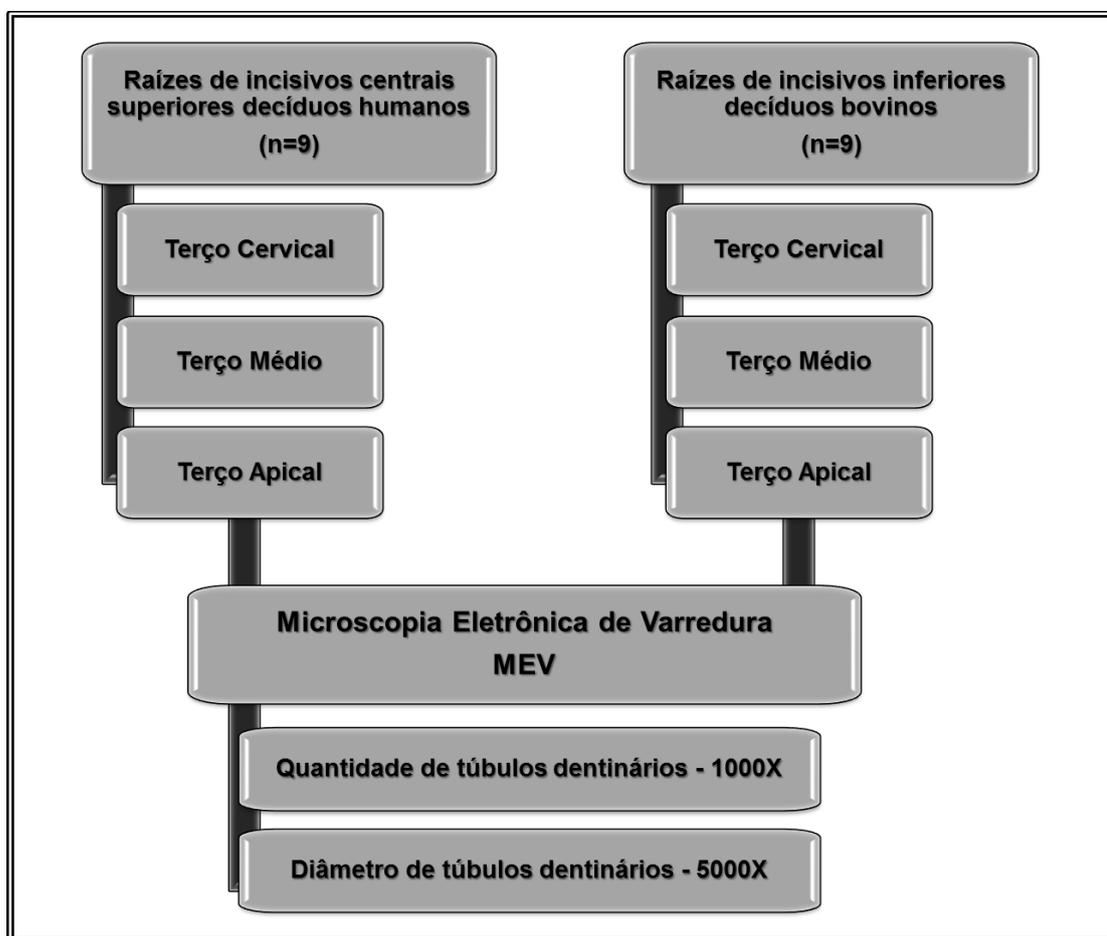


Figura 1. Esquema do delineamento experimental de acordo com os substratos e terços, em relação à análise em MEV.

O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da FOP/Unicamp e aprovado sob o nº 089/2013 (Anexo 1).

4.2. Seleção dos dentes e Preparo dos espécimes

Após a extração, os dentes foram armazenados em solução timol 0,1% até a limpeza. A limpeza dos dentes foi realizada com curetas periodontais para a remoção do tecido ósseo e periodontal. Em seguida, os dentes foram armazenados em soro fisiológico a 0,9% a 4°C.

Foram selecionadas 9 raízes de incisivos centrais superiores decíduos humanos (A) e 9 raízes de incisivos inferiores decíduos bovinos (B), que se apresentaram retas e com diâmetro do canal radicular de aproximadamente 1,0 mm, observados após a remoção da coroa (C) (D) (Figura 2). Foram excluídos incisivos superiores humanos com tratamento endodôntico e que apresentaram reabsorção interna e externa.

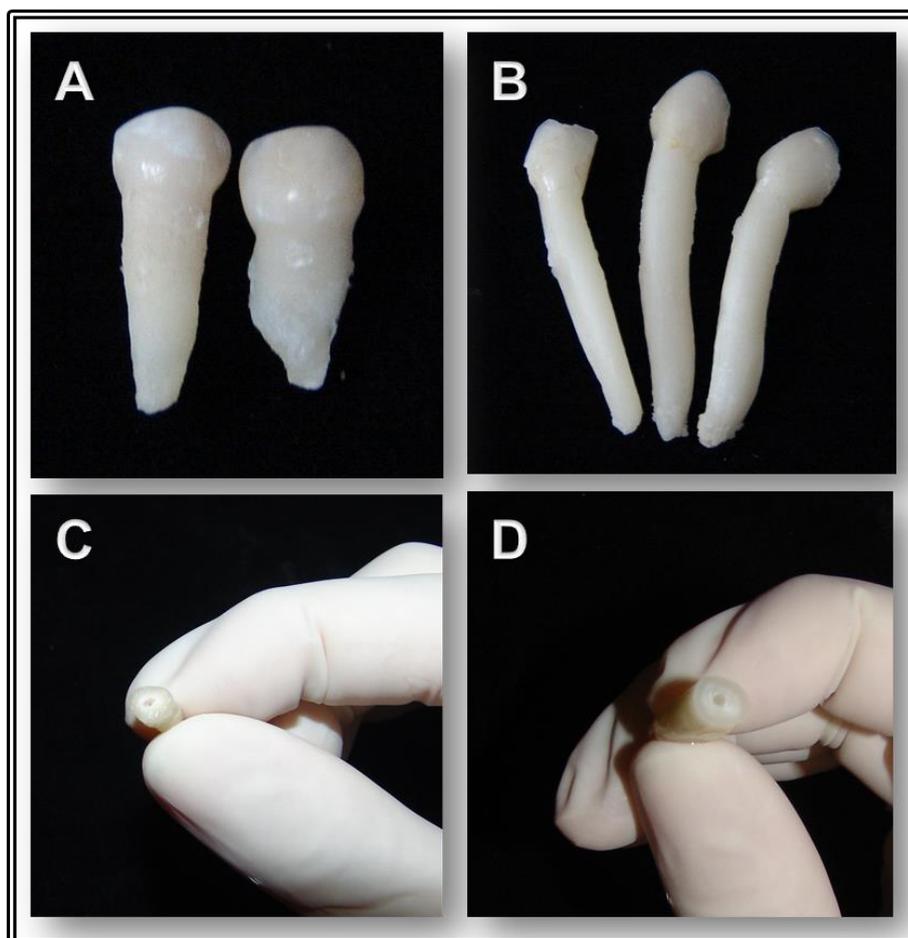


Figura 2. (A) Dentes decíduos humanos; (B) Dentes decíduos bovinos; (C) Diâmetro do canal radicular do incisivo central superior humano; (D) Diâmetro do canal radicular do incisivo inferior bovino.

As coroas dos dentes foram removidas na junção cimento-esmalte com disco diamantado dupla face (KG Sorensen, Barueri, Brasil; Lote #12496) e foram descartadas. A polpa dentária foi totalmente removida com o auxílio da lima tipo K-file #15 (Maillefer, Ballaigues, Suíça; Lote #8313220). Em seguida, as raízes foram marcadas com lápis grafite no sentido vestibulo-palatino e seccionadas com disco diamantado dupla face neste sentido, formando duas metades (Figura 3).

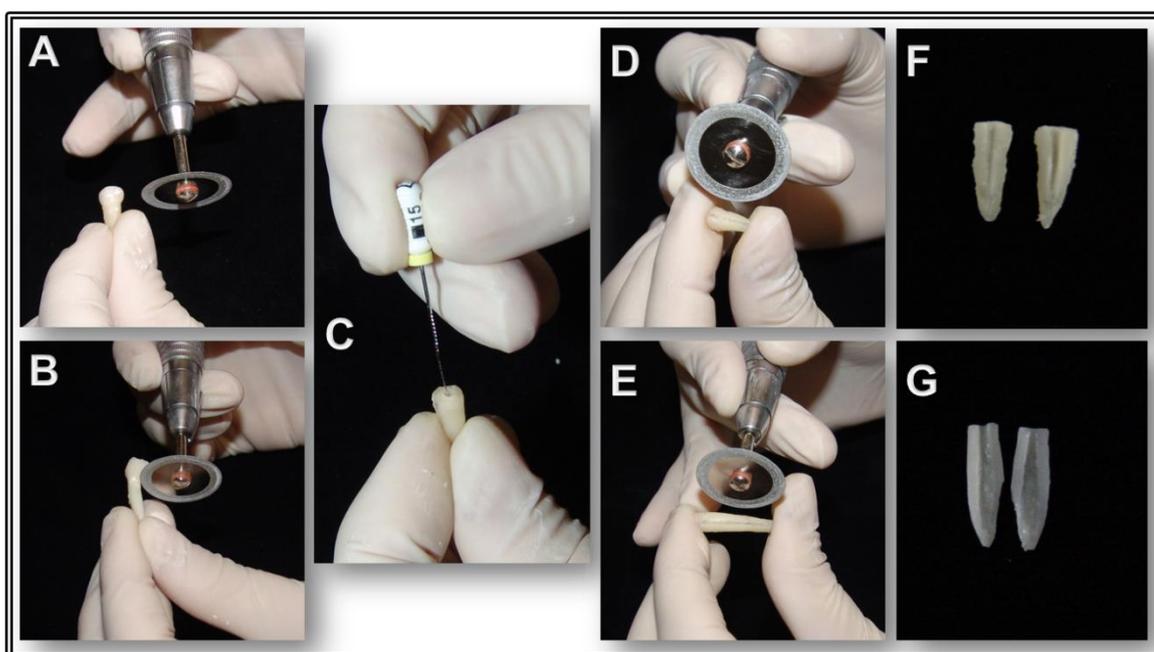


Figura 3. (A) Secção longitudinal na junção cimento-esmalte do dente decíduo humano; (B) Secção longitudinal na junção cimento-esmalte do dente decíduo bovino; (C) Remoção da polpa dentária com lima K-file #15; (D) Secção longitudinal no sentido vestibulo-palatino do dente decíduo humano; (E) Secção longitudinal no sentido vestibulo-palatino do dente decíduo bovino; (F) Raiz do dente decíduo humano seccionado; (G) Raiz do dente decíduo bovino seccionado.

As metades voltadas para o canal radicular foram polidas manualmente com lixas de carboneto de silício nas granulações crescentes #400 e #800 (Arotec, São Paulo, Brasil) sob irrigação constante com água deionizada até que a superfície de dentina tornasse plana e fosse possível a análise do canal radicular em MEV. Em seguida, os espécimes foram colocados em ultrassom (USC 1400 - Unique, Santo

Amaro, Brasil) com água deionizada por 15 minutos para remoção de resíduos e da *smaer layer* formada (Figura 4).

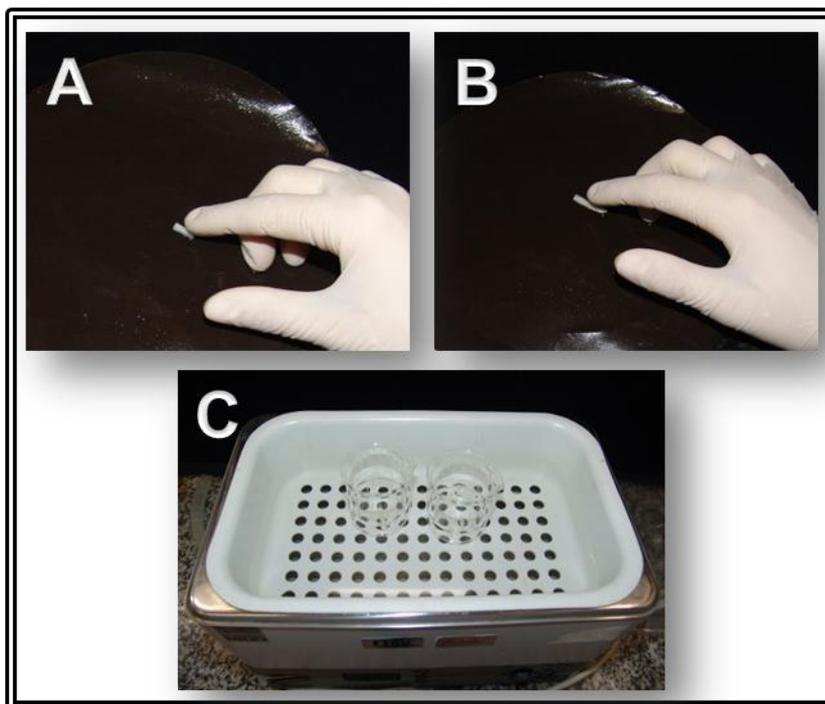


Figura 4. (A) Planificação da raiz do dente decíduo humano; (B) Planificação da raiz do dente decíduo bovino; (C) Amostras em água deionizada no ultrassom.

Em seguida, selecionou-se aleatoriamente uma das metades das raízes e o comprimento total dos espécimes foram mensurados com o paquímetro digital (Mitutoyo Digimac Caliper) e os terços cervical, médio e apical foram delimitados com lápis grafite. Os espécimes foram fixados em *stub* por fita carbono dupla-face e armazenados em estufa a 37°C, em sílica gel por 24 horas. Depois desse período, os espécimes foram metalizados com fina camada de ouro (Sputter Coater, Liechtenstein) e então observados em MEV (JEOL, JSM – 5600 LV, Scanning Electron Microscope, Tokyo, Japan) (Figura 5).

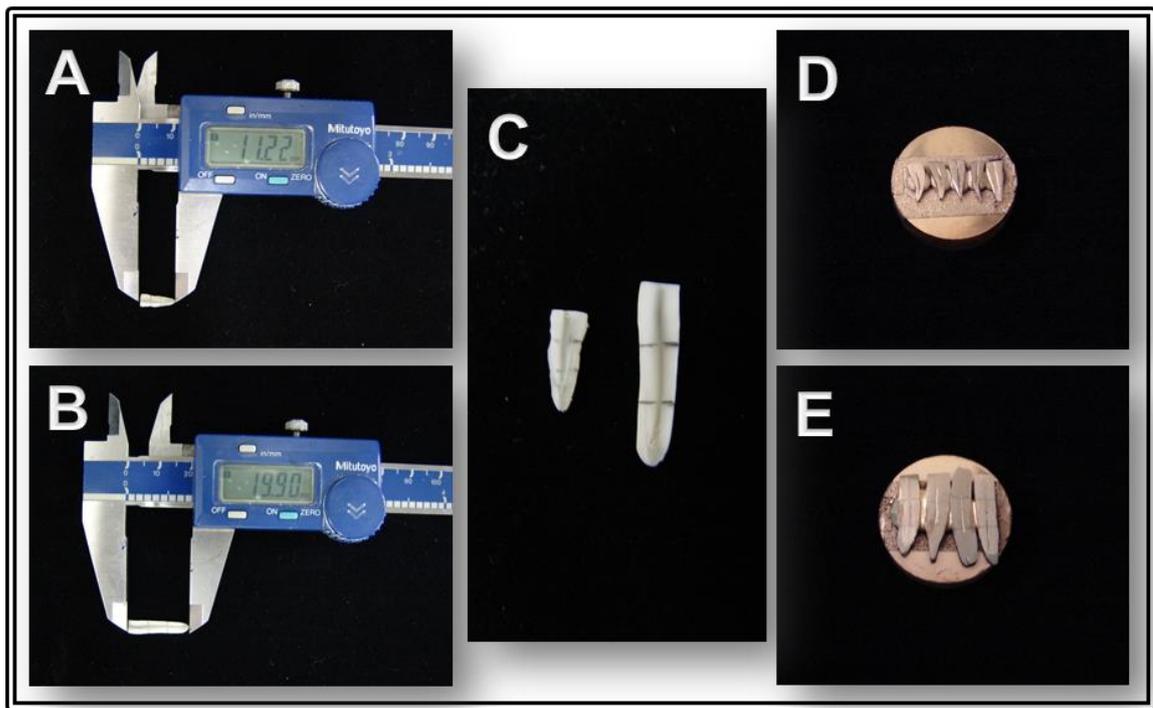


Figura 5. (A) Mensuração da raiz do dente decíduo humano com paquímetro; (B) Mensuração da raiz do dente decíduo bovino com paquímetro; (C) Raízes do dente decíduo humano (esquerda) e bovino (direita) delimitadas nos terços; (D) Raízes dos dentes decíduos humanos após cobertura em ouro; (E) Raízes dos dentes decíduos bovinos após cobertura em ouro.

A visualização em MEV foi realizada nos terços cervical, médio e apical para a contagem dos túbulos dentinários em uma área total de $10.000 \mu\text{m}^2$ (1000X) e para a mensuração do diâmetro dos túbulos dentinários, uma área total de $2.500 \mu\text{m}^2$ (5000X) (Camargo *et al.*, 2007). As imagens obtidas foram analisadas pelo *software Image J 1.47* (NIH, Bethesda, EUA) que possibilitou a contagem e a mensuração dos túbulos dentinários de forma padronizada. A contagem e a mensuração foram realizadas em dois momentos distintos com intervalo de uma semana e pelo mesmo examinador calibrado.

4.3. Análise estatística

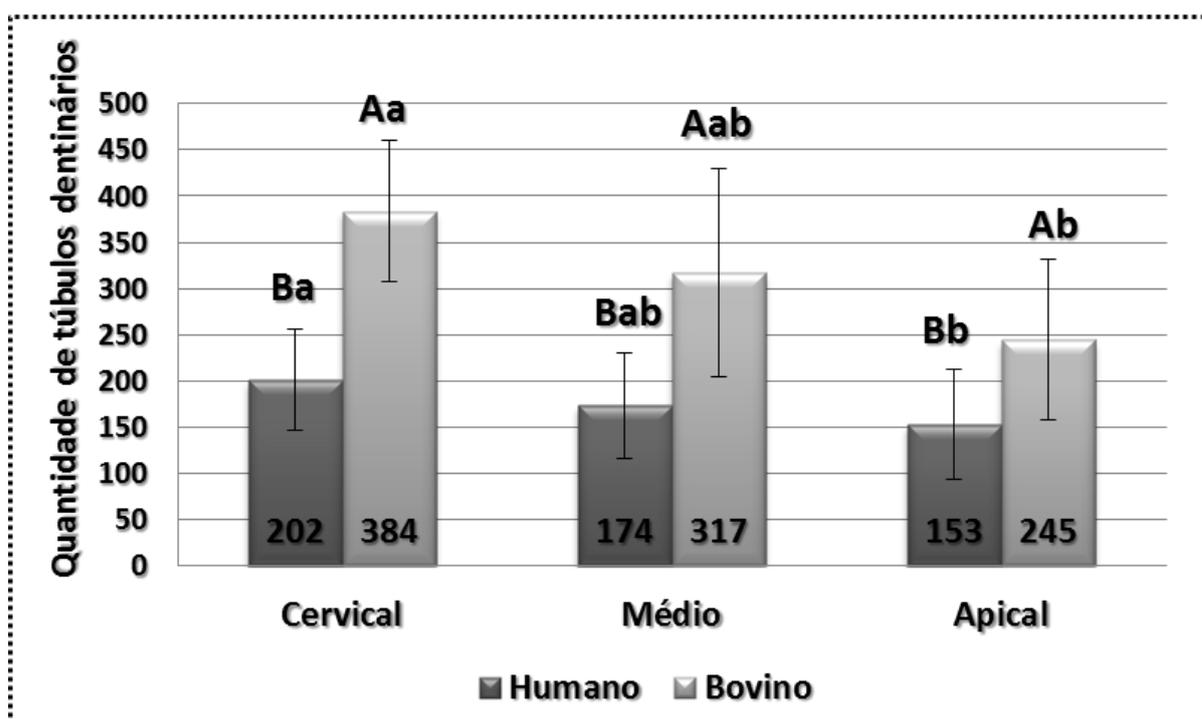
Para a determinação do erro do método e da determinação do nível de coincidência intra-examinador, as imagens obtidas no aumento de 1000X e 5000X foram analisadas para a contagem e mensuração dos túbulos dentinários duas vezes, por um único examinador calibrado, em dois tempos diferentes, com intervalo

de uma semana entre eles. Os resultados foram submetidos ao teste de correlação de Pearson ($p < 0,05$) e o nível de coincidência intra-examinador foi de 99% para a contagem dos túbulos dentinários e de 97% para a medição dos túbulos dentinários. Os dados obtidos pela contagem e mensuração dos túbulos dentinários foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ($\alpha = 0,05$). Como os dados apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$), estes foram submetidos à ANOVA dois fatores (substratos X terços radiculares) e ao teste Tukey para a comparação entre os grupos ao nível de significância de 5%. Os dados foram analisados por meio do programa ASSISTAT (Versão 7.6 beta, 2011, Campina Grande, Brasil).

5. RESULTADOS

5.1. Análise da quantidade de túbulos dentinários

De acordo com os resultados da análise estatística executada, não houve interação entre os fatores de estudo: substratos x terços radiculares ($p > 0,05$). Entretanto, para os fatores substratos e terços radiculares, separadamente, foram observadas diferenças significativas ($p < 0,01$). Sendo assim, o teste Tukey foi aplicado para verificar as diferenças entre os grupos (**Figura 6**).



Letras maiúsculas iguais significam ausência de diferença estatística para os substratos e letras minúsculas iguais significam ausência de diferença estatística para os terços radiculares demonstrados pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Figura 6. Média e desvio padrão da quantidade de túbulos dentinários obtida pela análise das imagens em MEV (1000X) para os substratos humanos e bovinos, nos diferentes terços radiculares.

Ao analisar os substratos humanos (176 ± 24) e bovinos (315 ± 69), os resultados demonstraram que houve diferença significativa entre os substratos ($p < 0,05$), sendo que maior quantidade de túbulos dentinários foi encontrada para os dentes bovinos. Em relação aos terços radiculares, o terço cervical (292 ± 129) apresentou maior quantidade de túbulos dentinários, diferindo do terço apical (198 ± 65), independente do substrato analisado. O terço médio (245 ± 102) apresentou

quantidade de túbulos dentinários similares tanto para o cervical, quanto para o apical.

Na **Figura 7**, observa-se imagens representativas dos substratos humanos (A, C, E) e bovinos (B, D, F), nos diferentes terços cervical (A, B), médio (C, D) e apical (F, G). Analisando as imagens, observa-se que o substrato bovino apresenta maior quantidade de túbulos dentinários em relação ao substrato humano. Além disso, visualiza-se que o terço cervical apresenta mais túbulos dentinários quando comparada ao terço apical que apresenta poucos túbulos dentinários.

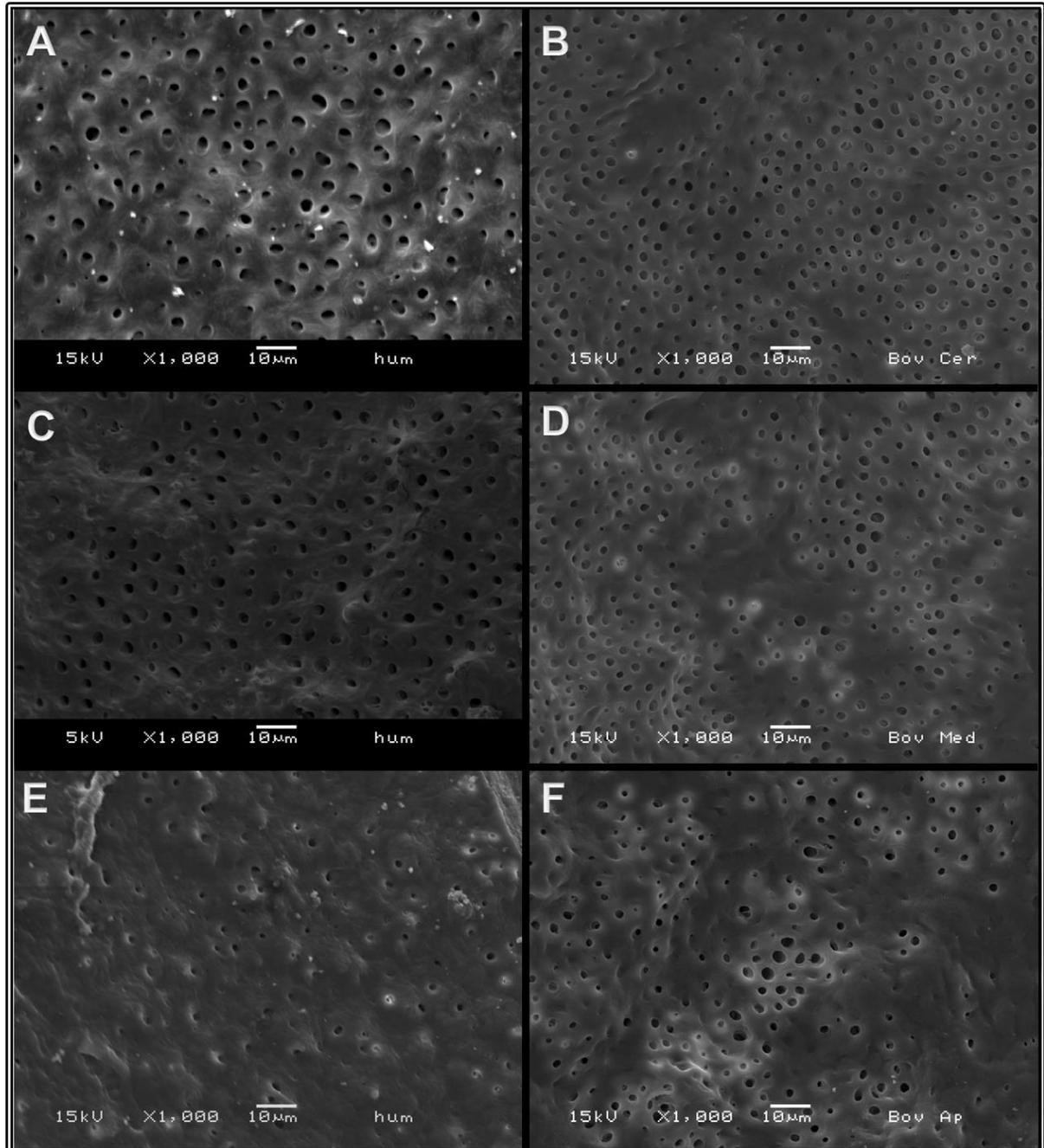
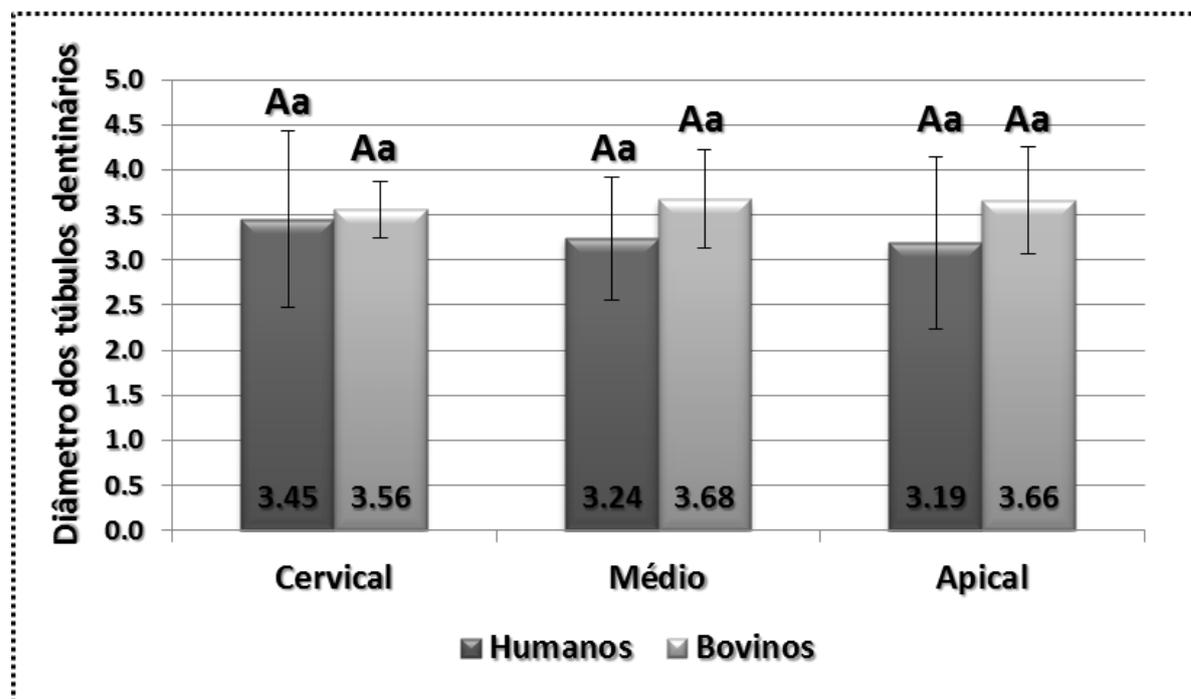


Figura 7. Imagens representativas obtidas em MEV (1000X) dos substratos humanos e bovinos, nos diferentes terços: (A) Dente decíduo humano - Terço cervical; (B) Dente decíduo bovino - Terço cervical; (C) Dente decíduo humano - Terço médio; (D) Dente decíduo bovino - Terço médio; (E) Dente decíduo humano - Terço apical; (F) Dente decíduo bovino - Terço apical.

5.2. Análise do diâmetro dos túbulos dentinários

De acordo com a análise estatística realizada, pode-se observar que também não houve interação entre os fatores de estudo: substratos x terços radiculares ($p > 0,05$) e também não houve diferença para cada fator separadamente ($p > 0,05$) (Figura 8).



Letras maiúsculas iguais significam ausência de diferença estatística para os substratos e letras minúsculas iguais significam ausência de diferença estatística para os terços radiculares demonstrados pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Figura 8. Média e desvio padrão do diâmetro dos túbulos dentinários obtida pela análise das imagens em MEV (5000X) para os substratos humanos e bovinos, nos diferentes terços radiculares.

Ao analisar os substratos, os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os substratos humanos ($3,29 \pm 0,14$) e bovinos ($3,63 \pm 0,06$) ($p > 0,05$). Em relação aos terços radiculares, os resultados também demonstraram que não houve diferença entre os terços cervicais ($3,50 \pm 0,08$), médios ($3,45 \pm 0,30$) e apicais ($3,42 \pm 0,33$) ($p > 0,05$).

Na **Figura 9**, observa-se as imagens representativas dos substratos humanos (A, C, E) e bovinos (B, D, F), nos diferentes terços apical (A, B), médio (C, D) e apical (F, G). Analisando as imagens, pode-se observar que o substrato bovino apresenta maior quantidade de túbulos dentinários em relação ao substrato humano,

porém comparando o tamanho dos túbulos dentinários apresentados, verifica-se que são semelhantes. Em relação aos diferentes terços, também observa-se que os tamanhos de diâmetro dos túbulos dentinários apresentam-se similares.

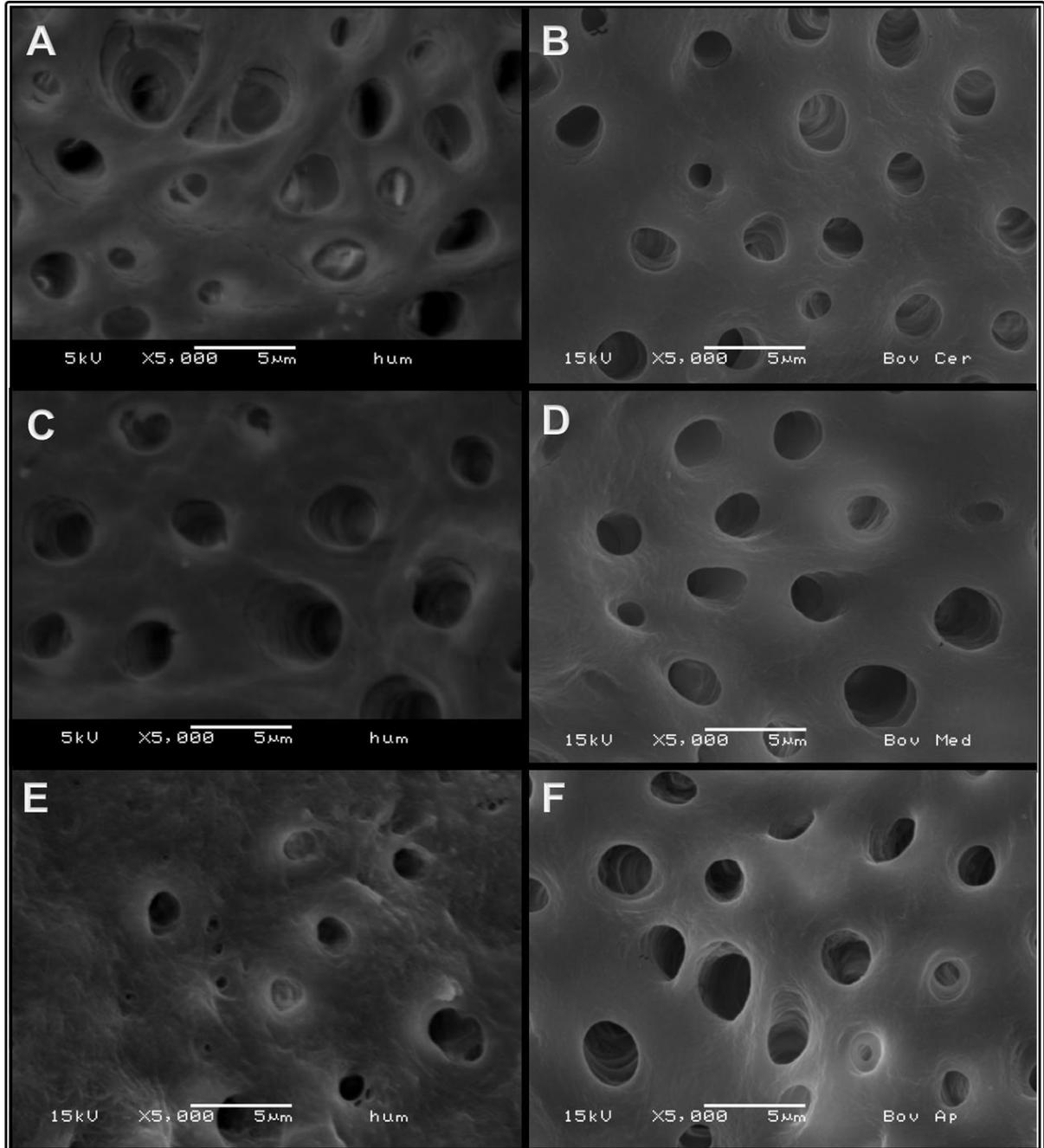


Figura 9. Imagens representativas no aumento de 5000X dos substratos humanos e bovinos, nos diferentes terços: (A) Terço cervical do dente decíduo humano; (B) Terço cervical do dente decíduo bovino; (C) Terço médio do dente decíduo humano; (D) Terço médio do dente decíduo bovino; (E) Terço apical do dente decíduo humano; (F) Terço apical do dente decíduo bovino.

6. DISCUSSÃO

Diante dos resultados obtidos verificou-se que a quantidade de túbulos dentinários do canal radicular entre os substratos humanos e bovinos e entre os terços cervicais, médios e apicais, foi diferente, rejeitando-se assim as hipóteses 1 e 2. Em relação ao diâmetro dos túbulos dentinários entre os dois substratos e entre os três terços radiculares, estes se apresentaram similares, aceitando-se as hipóteses 3 e 4.

A quantidade e o diâmetro de túbulos dentinários presentes nos canais radiculares são características estruturais e morfológicas importantes para a compreensão da permeabilidade de materiais obturadores e medicamentos intracanais, ação de soluções irrigadoras e agentes de limpeza, contaminação bacteriana e adesão de materiais restauradores relacionados aos substratos dentinários.

Em dentes decíduos, o tratamento endodôntico consiste na limpeza, descontaminação e alargamento dos túbulos dentinários para que haja penetração adequada dos materiais obturadores a fim de limitar a recontaminação bacteriana e a reinfecção do canal radicular (Pascon *et al.*, 2006). Nesse sentido, a densidade dos túbulos dentinários, ou seja, o número de túbulos/mm² pode influenciar diretamente na permeabilidade dos materiais obturadores, sendo que quanto maior o número de túbulos dentinários presentes no substrato, maior será a permeabilidade desses materiais (Camargo *et al.*, 2006; Camargo *et al.*, 2007).

No presente estudo, o substrato bovino apresentou maior quantidade de túbulos dentinários do canal radicular comparado ao substrato humano, estando de acordo com os resultados encontrados por Camargo *et al.* (2007), o qual analisou substratos bovinos e humanos da dentição permanente. Em outro estudo, Camargo *et al.* (2006) observou maior liberação de íons cálcio das pastas à base de hidróxido de cálcio em dentes bovinos do que em dentes humanos, demonstrando assim que o substrato bovino apresenta maior permeabilidade que o humano. Adicionalmente, a penetração do material endodôntico pode ser atribuída ao tamanho das partículas do material e reação de presa do mesmo (Bird *et al.*, 2012).

Como os substratos bovinos e humanos decíduos apresentaram diâmetros dos túbulos dentinários similares, a penetração do material endodôntico, seja obturador ou medicamento intracanal, provavelmente será da mesma forma, sendo

influenciada pelas partículas do material que deve ser menor que o diâmetro dos túbulos dentinários (Bird *et al.*, 2012). Além disso, a contaminação bacteriana provavelmente será da mesma forma nos substratos bovinos e humanos, pois a colonização bacteriana é caracterizada por densa agregação na parede radicular e muitas vezes dentro dos túbulos dentinários, atingindo até aproximadamente 300µm de profundidade (Siqueira *et al.*, 2002).

Em virtude dessa contaminação, diversas soluções irrigadoras e agentes de limpeza são utilizadas para a descontaminação das paredes dos canais radiculares, remoção da *smear layer* e para melhorar a adesão de materiais obturadores e restauradores (Puppin-Rontani & Caldo-Teixeira, 2003; Pascon *et al.*, 2007; Vilioch & Chandler, 2010). Entretanto, no presente estudo não foi utilizado nenhum agente químico previamente à análise da topografia do canal radicular. As soluções irrigadoras, como hipoclorito de sódio, e agentes de limpeza, como ácido fosfórico, podem interferir na avaliação dos substratos humanos e bovinos, pois atuam na dissolução do conteúdo orgânico e desmineralização do conteúdo inorgânico presentes na dentina (Puppin-Rontani & Caldo-Teixeira, 2003; Vilioch & Chandler, 2010).

Com relação à composição e estrutura dentinária, esta é considerada uma estrutura complexa, constituindo-se de 70% de matéria inorgânica, 18% de matéria orgânica e 12% de água, sendo que mais de 90% da matéria orgânica é colágeno. A estrutura dentinária é composta de matriz peri e intertubular mineralizada, túbulos dentinários que são preenchidos pelos prolongamentos odontoblásticos e matéria orgânica do espaço perio-odontoblástico (Marshall *et al.*, 1997; Tjäderhane *et al.*, 2013). Dessa forma, o conhecimento das estruturas da dentina é fator importante para a adesão de materiais restauradores, na formação da camada híbrida. A camada híbrida é formada pela penetração do sistema adesivo na dentina intratubular e principalmente na dentina intertubular, onde acontece a melhor adesão do material restaurador ao substrato dentinário (Marshall *et al.*, 1997; Tjäderhane *et al.*, 2013). Como nesse estudo verificou-se maior quantidade de túbulos dentinários no substrato bovino, este provavelmente apresenta menor dentina intertubular em relação ao substrato humano, ocasionando menores valores de resistência da união quando utilizado em estudos de adesão (Lopes *et al.*, 2003; Galhano *et al.*, 2009).

Assim, as diferenças estruturais da dentina radicular encontradas nos substratos humano e bovino são importantes para a condução de novos estudos em relação à permeabilidade dentinária, materiais obturadores e união adesiva das restaurações finais. Embora nesse estudo tenha sido realizada somente a análise de topografia do canal radicular, diferenças estruturais, observadas entre os substratos, sugerem que a substituição do substrato humano pelo bovino deve ser adotada com cautela. Além disso, mais estudos devem ser conduzidos sobre a composição química e comportamento mecânico da dentina radicular humana e bovina, com o objetivo de aplicar o conhecimento para uma melhor utilização desses substratos na pesquisa odontológica.

7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pôde-se concluir que:

✓ A estrutura dentinária radicular dos dentes decíduos humanos e bovinos apresentou-se diferentes, quanto ao número de túbulos dentinários presentes nos substratos e nos terços radiculares.

✓ A morfologia dos túbulos dentinários do canal radicular, em relação ao diâmetro, apresentou-se semelhante independente do substrato e dos terços radiculares.

REFERÊNCIAS¹

- Attin T, Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A. The potential of deciduous and permanent bovine enamel as substitute for deciduous and permanent human enamel: erosion-abrasion experiments. *J Dent*. 2007;35:773-7.
- Bird DC, Komabayashi T, Guo L, Opperman LA, Spears R. In vitro evaluation of dentinal tubule penetration and biomineralization ability of a new root-end filling material. *J Endod*. 2012;38(8):1093-6.
- Bonfim MDC, Anauate Netto C, Kuchinski FB, Youssef MN, Carmo ARP. Comparative micromorphological study of human and bovine dentine. *J Dent Res*. 2001;80(4):1081.
- Camargo CH, Siviero M, Camargo SE, de Oliveira SH, Carvalho CA, Valera MC. Topographical, diametral, and quantitative analysis of dentin tubules in the root canals of human and bovine teeth. *J Endod*. 2007;33(4):422-6.
- Camargo CHR, Bernardineli N, Valera MC, de Carvalho CAT, de Oliveira LD, Menezes MM, Afonso SE, Mancini MNG. Vehicle influence on calcium hydroxide pastes diffusion in human and bovine teeth. *Dent Traumatol*. 2006;22(6):302-6.
- Camargo MA, Marques MM, de Cara AA. Morphological analysis of human and bovine dentine by scanning electron microscope investigation. *Arch Oral Biol*. 2008;53(2):105-8.
- Dietschi D, Ardu S, Rossier-Gerber A, Krejci I. Adaptation of adhesive post and cores to dentin after in vitro occlusal loading: evaluation of post material influence. *J Adhes Dent*. 2006;8(6):409-19.
- Dutra-Correa M, Anauate-Netto C, Arana-Chavez VE. Density and diameter of dentinal tubules in etched and non-etched bovine dentine examined by scanning electron microscopy. *Arch Oral Biol*. 2007;52(9):850-5.
- Evans MD, Baumgatner JC, Khemaleelakul S, Xia T. Efficacy of calcium hydroxide: chlorhexidine paste as an intracanal medication in bovine dentin. *J Endod*. 2003;29(5):338-9.
- Falla-Sotelo FO, Rizzuto MA, Tabacnicks MH, Added N, Barbosa MDL. Analysis and discussion of trace elements in teeth of different animal species. *Br J Physics*. 2005;35(3B):761-2.

¹ De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors - Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Fonseca RB, Haiter-Neto F, Carlo HL, Soares CJ, Sinhoreti MA, Puppini-Rontani RM, Correr-Sobrinho L. Radiodensity and hardness of enamel and dentin of human and bovine teeth, varying bovine teeth age. *Arch Oral Biol.* 2008;53(11):1023-9.

Galhano G, de Melo RM, Valandro LF, Bottino MA. Comparison of resin push-out strength to root dentin of bovine- and human-teeth. *Indian J Dent Res.* 2009;20(3):332-6.

Gomes BP, Souza SF, Ferraz CC, Teixeira FB, Zaia AA, Valdrighi L, Souza-Filho FJ. Effectiveness of 2% chlorhexidine gel and calcium hydroxide against *Enterococcus faecalis* in bovine root dentine in vitro. *Int Endod J.* 2003;36(4):267-75.

Guerreiro-Tanomaru JM, Chula DG, de Pontes Lima RK, Berbert FL, Tanomaru-Filho M. Release and diffusion of hydroxyl ion from calcium hydroxide-based medicaments. *Dent Traumatol.* 2012; 28(4):320-3.

Hara AT, Queiroz CS, Paes Leme AF, Serra MC, Cury JA. Caries progression and inhibition in human and bovine root dentine in situ. *Caries Res.* 2003;37(5):339-44.

Imfeld T. Comparison of the mechanical effects of a toothbrush and standard abrasive on human and bovine dentine in vitro. *J Clin Dent.* 2001;12(4):92-6.

Krifka S, Börzsönyi A, Koch A, Hiller KA, Schmalz G, Friedl KH. Bond strength of adhesive systems to dentin and enamel - human vs. bovine primary teeth in vitro. *Dent Mater.* 2008;24(7):888-94.

Laurance-Young P, Bozec L, Gracia L, Rees G, Lippert F, Lynch RJ, Knowles JC. A review of the structure of human and bovine dental hard tissues and their physicochemical behavior in relation to erosive challenge and remineralization. *J Dent.* 2011;39(4):266-72.

Lopes MB, Sinhoreti MA, Correr Sobrinho L, Consani S. Comparative study of the dental substrate used in shear bond strength tests. *Pesq Odontol Bras.* 2003;17(2):171-5.

Lopes MB, Sinhoreti MA, Gonini Júnior A, Consani S, McCabe JF. Comparative study of tubular diameter and quantity for human and bovine dentin at different depths. *Braz Dent J.* 2009;20(4):279-83.

Marshall GW Jr, Marshall SJ, Kinney JH, Balooch M. The dentin substrate: structure and properties related to bonding. *J Dent.* 1997;25(6):441-58

Mellberg JR. Hard-tissue substrates for evaluation of cariogenic and anti-cariogenic

activity in situ. *J Dent Res.* 1992;71(Spec No):913-9.

Moreira DM, Almeida JF, Ferraz CC, Gomes BP, Line SR, Zaia AA. Structural analysis of bovine root dentin after use of different endodontics auxiliary chemical substances. *J Endod.* 2009;35(7):1023-7

Pascon FM, Kantovitz KR, Borges AF, Puppini-Rontani RM. Effect of cleansers and irrigation methods on primary root dentin permeability. *J Dent Child (Chic).* 2007;74(1):30-5.

Pascon FM, Puppini-Rontani RM. The influence of cleansers on the permeability index of primary tooth root dentin. *J Clin Pediatr Dent.* 2006;31(2):93-7.

Puppini-Rontani RM, Caldo-Teixeira AS. Effect of sodium hypochlorite on the different substrates - a SEM analyses. *Acta Microsc.* 2003;12(1):169-73.

Reis AF, Giannini M, Kavaguchi A, Soares CJ, Line SR. Comparison of microtensile bond strength to enamel and dentin of human, bovine, and porcine teeth. *J Adhes Dent.* 2004;6(2):117-21.

Rios D, Honório HM, Magalhães AC, Delbem AC, Machado MA, Silva SM, Buzalaf MA. Effect of salivary stimulation on erosion of human and bovine enamel subjected or not to subsequent. *Caries Res.* 2006;40(3):218-23.

Rosa RA, Barreto MS, Moraes Rdo A, Broch J, Bier CA, Só MV, Kaizer OB, Valandro LF. Influence of endodontic sealer composition and time of fiber post cementation on sealer adhesiveness to bovine root dentin. *Braz Dent J.* 2013;24(3):241-6.

Rueggeberg FA. Substrate for adhesion testing to tooth structure - review of the literature. *Dent Mater.* 1991;7(1):2-10.

Schilke R, Lisson JA, Bauss O, Geurtsen W. Comparison of the number and diameter of dentinal tubules in human and bovine dentine by scanning electron microscopic investigation. *Arch Oral Biol.* 2000;45(5):355-61.

Siqueira JF Jr, Rôças IN, Lopes HP. Patterns of microbial colonization in primary root canal infections. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2002;93(2):174-8.

Skene L. Ownership of human tissue and the law. *Nat Rev Genet.* 2002;3(2):145-8.

Tanaka JL, Medici Filho E, Salgado JA, Salgado MA, Moraes LC, Moraes ME, Castilho JC. Comparative analysis of human and bovine teeth: radiographic density. *Braz Oral Res.* 2008;22(4):346-51.

Tjäderhane L, Nascimento FD, Breschi L, Mazzoni A, Tersariol IL, Geraldeli S, Tezvergil-Mutluay A, Carrilho M, Carvalho RM, Tay FR, Pashley DH. Strategies to prevent hydrolytic degradation of the hybrid layer-A review. *Dent Mater.* 2013; 29(10):999-1011.

Turssi CP, Messias DF, Corona SM, Serra MC. Viability of using enamel and dentin from bovine origin as a substitute for human counterparts in an intraoral erosion model. *Braz Dent J.* 2010;21(4):332-6

Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J.* 2010;43(1):2-15.

Wegehaupt F, Gries D, Wiegand A, Attin T. Is bovine dentine an appropriate substitute for human dentine in erosion/abrasion tests? *J Oral Rehabil.* 2008;35(5):3906-4.

Yassen GH, Platt JA, Hara AT. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci.* 2011;53(3):273-82.

Zero DT. In situ caries models. *Adv Dent Res.* 1995;9(3):214-30.

ANEXOS

Anexo 1

Certificado Comitê de Ética em Pesquisa da FOP - Unicamp

	COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS	
CERTIFICADO		
<p>O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Análise comparativa da morfologia dentinária radicular de dentes decíduos humanos e bovinos", protocolo nº 089/2013, dos pesquisadores Fernanda Miori Pascon, Alexsandra Shizue Iwamoto e Bruna Massoni Costa, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 11/09/2013.</p>		
<p>The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "Comparative analysis of root dentin morphology of human vs bovine primary teeth", register number 089/2013, of Fernanda Miori Pascon, Alexsandra Shizue Iwamoto and Bruna Massoni Costa, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 09/11/2013.</p>		
	 Profa. Dra. Livia Maria Andaló Tenuta Coordenadora CEP/FOP/UNICAMP	
Prof. Dr. Felipe Bevilacqua Prado Secretário CEP/FOP/UNICAMP	Profa. Dra. Livia Maria Andaló Tenuta Coordenadora CEP/FOP/UNICAMP	
<p><small>Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição. Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.</small></p>		

Anexo 2

Comprovante da concessão da bolsa de Iniciação Científica – FAPESP

Consulta de Despachos				
Para consultar o despacho selecione o link sobre a sua divulgação.				
Processo	2013/06492-2			
Linha de Fomento	Programas Regulares / Bolsas / No País / Iniciação Científica - Fluxo Contínuo			
Situação	Em Execução			
Vigência	01/07/2013 a 31/12/2013			
Beneficiário	Bruna Massoni Costa  			
Responsável	Fernanda Miori Pascon  			
Vínculo Institucional do Processo	Faculdade de Odontologia de Piracicaba/FOP/UNICAMP			
Área de Alocação de Recursos	Saúde			
Despachos				
Situação	Emissão ▼	Realizado por (Emissão)	Objeto de Análise	Resultado
Divulgado	03/07/2013	Carlos Henrique de Brito Cruz	Proposta Inicial	Concedido

Anexo 3

Situação do relatório atual referente à bolsa de iniciação científica concedida

Visualizar Compromissos de RC, Ata de Defesa e PC			
Processo	2013/06492-2		
Linha de Fomento	Programas Regulares / Bolsas / No País / Iniciação Científica - Fluxo Contínuo		
Situação	Em Execução		
Vigência	01/07/2013 a 31/12/2013		
Beneficiário	Bruna Massoni Costa  		
Responsável	Fernanda Miori Pascon  		
Vínculo Institucional do Processo	Faculdade de Odontologia de Piracicaba/FOP/UNICAMP		
Área de Alocação de Recursos	Saúde		
Compromissos de Relatório Científico			
Ordem	Data Atual	Situação do Relatório Atual	Situação do Compromisso
1º	10/Jan/2014	Elaboração Não Iniciada	Previsto