UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

ANÁLISE QUALIQUANTITATIVA DA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA DO TERÇO APICAL DE DIFERENTES GRUPOS DENTAIS

Rodrigo Gonçalves Ribeiro

Orientador: Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

RODRIGO GONÇALVES RIBEIRO

ANÁLISE QUALIQUANTITATIVA DA PERMEABILIDADE DENTINÁRIA DO TERÇO APICAL DE DIFERENTES GRUPOS DENTAIS

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciência.

Área de concentração: Odontologia Restauradora, opção Endodontia.

Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de tratamento da informação do Serviço da Biblioteca – EEC-USP

Ribeiro, Rodrigo Gonçalves

Análise qualiquantitativa da permeabilidade dentinária do terço apical de diferentes grupos dentais. Ribeirão Preto, 2010.

123p.: il.; 30cm.

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/ Universidade de São Paulo. Área de concentração: Odontologia Restauradora, Opção: Endodontia.

Orientador: Pécora, Jesus Djalma

1. Endodontia. 2. Permeabilidade Dentinária. 3. Terço Apical. 4. Dentina.

RIBEIRO, Rodrigo Gonçalves.

Análise qualiquantitativa da permeabilidade dentinária do terço apical de diferentes grupos dentais.

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Ciência. Área de concentração: Odontologia Restauradora, opção Endodontia.

Aprovado em://	
	Banca Examinadora
Prof. Dr	
Instituição:	
	Assinatura:
Prof. Dr	
	Assinatura:
Prof. Dr	
	Assinatura:
Prof. Dr	
	Assinatura:
D. C.D.	

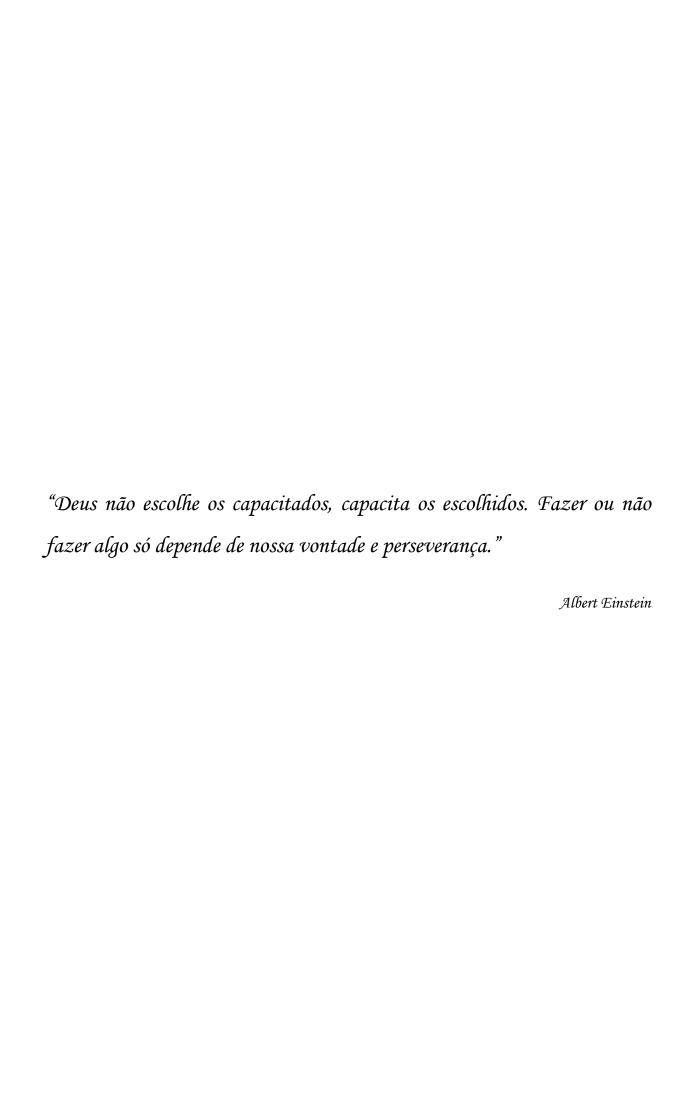
Instituição:______

Julgamento:_____Assinatura:______





Este trabalho de pesquisa foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Endodontia do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.



DEDICATÓRIA

À Dang a a Nag	go Conhana da Donnátivo Conanno que presentacione ma com fá incl
	sa Senhora do Perpétuo Socorro, que presentearam-me com fé inal
dando-me f	Força e coragem, sempre guiando-me e iluminando-me na busca da rea
	de um dos meus grandes sonhos: a conquista do Doutorado.

À minha mãe Glória Maria Kubrusly Gonçalves e ao meu pai Celson Rodrigues Ribeiro,
que nunca medem esforços para me apoiar, incentivar e proporcionar tudo de melhor em
todos os momentos de minha vida.
AMO VOCÊS!!!

_Dedicatória

Dedicatória

Ao meu orientador Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora,

Com toda humildade, amizade e admiração quero agradecer-lhe pela paciência, dedicação e presença constante nas orientações precisas e seguras. Participação insubstituível na minha formação e incentivo, não só na área da Endodontia como em outros projetos de minha vida.

MUITO OBRIGADO!!!

	Dedicatória

À minha querida avó **Lurysse**, (In Memoriam) pelo exemplo de vida, amor e carinho proporcionados a mim e a todos em sua volta.

Ao meu querido irmão **Fabiano**, pelas palavras amigas de incentivo e orações.

Aos queridos **Joice**, **Amanda e Cassiano**, pelo carinho e paciência, me proporcionando momentos de tranquilidade, alegria e serenidade, nesta etapa tão importante de minha vida.

Aos meus queridos padrinhos **Fádua** e **Wilson**, pela presença e torcida constantes apoiandome diretamente em vários momentos muito importantes para mim.

Aos meus tios, primos e amigos, pela torcida.

AGRADECIMENTOS

- À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto Universidade de São Paulo FORP-USP, renomada e respeitada Instituição de Ensino, pela oportunidade oferecida em minha formação de Mestre e Doutor.
- À Universidade Estadual do Oeste do Paraná UNIOESTE pelo incentivo à qualificação de seus profissionais e a pesquisa científica.
- À Associação Brasileira de Odontologia Regional Cascavel pela oportunidade de poder colocar em prática tudo que aprendi e que aprenderei durante meu caminho.
- À Prof. Dra. **Melissa Andréia Marchesan**, por sua paciência, apoio, dedicação, estímulo e extrema competência, tudo isso fundamental para realização deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. **Ricardo Gariba Silva**, pelas orientações prontas e precisas na fase de correção desta tese.
- Aos Profs. Drs. Antônio Miranda da Cruz Filho, Luiz Pascoal Vansan, Manoel Damião de Sousa Neto e Paulo Cesar Saquy, pelo incentivo e apoio desde os meus primeiros passos na Endodontia.
- Aos Profs. Drs.(as) Isabel Cristina Fröner, Pietro Ciancaglini, Renato de Toledo Leonardo e Sergio Luiz Salvador pelos ensinamentos prestados.
- À Prof. Dra. **Maria Cristina Borsato** pelo empréstimo dos equipamentos durante a fase experimental.
- À todos os amigos e colegas de docência da UNIOESTE representados pelo coordenador do curso de Odontologia Prof. **Alexandre de Almeida Webber** pelo convívio e substituição em minha ausência.
- A Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da UNIOESTE representada pela Pró Reitora Prof. Dra. **Fabiana Scarparo Naufel** e na divisão de capacitação docente pela **Sônia Lemanski** pelo apoio constante.

Aos amigos e colegas de docência da ABO Prof. Dr. Carlos Roberto Berger e Profs. Adelmo José Clasen, Lucio Paulo de Godoy Chicarelli e Fabiano de Andrea, pelo companheirismo, parceria e estímulo.

Às colegas da Especialização em Endodontia da CESUMAR – Maringá Profas. **Marcia** e **Cláudia** pela oportunidade e convivência.

A todos os parceiros de trabalho representados pelos Drs(as). Eliseu Augusto Sicoli, Emanuelle de Carli, Fabio Augusto Deitos, João Antônio Palma, João Bubna, Odenir Sachet, Roberta Bento Rodrigues, Rosaldo José Belekewice, Tassia Girardi e Yoshio Enokida pela confiança depositada e compreensão pela minha ausência.

À **Juliana Fernanda de Menezes Dossena**, meu braço direito, sempre presente, que nunca mede esforços para que tudo caminhe da melhor forma possível, agradeço pela paciência, dedicação e prestatividade.

Aos amigos Prof. Dr. **João Vicente Baroni Barbizam**, Prof. **José Antônio Brufato Ferraz**, Prof. Dr. **José Antonio Saadi Salomão** e Prof. **José Estevam Vieira** pela amizade, ajuda, incentivo, estímulo e apoio.

Ao amigo Prof. Dr. **Danilo Mathias Zanello Guerisoli**, pela disponibilidade.

Aos queridos amigo **Rogério, Laila, Rogerinho, Karime** e **Rafael** pela amizade, carinho e hospitalidade.

Ao amigo **Reginaldo Santana da Silva**, sempre disponível e solidário.

Aos meus colegas de Doutorado da segunda turma Profs. Cid Alonso Manicardi, Fabio Heredia Seixas, Homero Casonato Júnior, Renato Jonas dos Santos Schiavoni e da terceira turma Prof. Frank Ykeda e Prof. Marco Aurélio Versiani pelo agravável convívio.

Ao Prof. **José Carlos de Castro** pela formatação e correções na fase final desta tese.

Ao amigo **Carlos Alexandre Pedrollo** pelas orientações em informática e ajuda fundamental na fase final desta tese.

À Prof. Dra. Lourdes Kamiski pelo incentivo e apoio.

Ao amigo **Reynaldo Berdejo** pela preocupação e torcida.

Aos funcionários do Departamento de Odontologia Restauradora Carlos Feitosa dos Santos, Luiza Godoi Pitol, Maria Amália V. de Oliveira, Maria Izabel C. F. Miguel e Rosângela Angelini, pela atenção dispensada.

Aos funcionários da Pós Graduação Isabel Cristina G. Sola, e Regiane Cristina M. Sacilotto, pelo constante apoio.

Ao Hermano Teixeira Machado, pelos serviços fotográficos.

Aos professores e amigos da Academia Ideal representados pelo Prof. **Gustavo Lindholm** pelo companheirismo e momentos agradáveis que muito contribuíram para melhoria da minha saúde e qualidade de vida.

À todos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, meus mais sinceros agradecimentos.

Resumo

RESUMO

RIBEIRO, R. G. Análise qualiquantitativa da permeabilidade dentinária do terço apical de diferentes grupos dentais. 2010. 123 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

Neste trabalho avaliou-se ex vivo, por método histoquímico, a permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares do terço apical de diferentes grupos dentais humanos. Analisou-se o padrão de distribuição de túbulos dentinários e a presença de dentina esclerosada neste terço. Foram utilizados 80 dentes, sendo 8 de cada grupo dental (incisivos centrais, incisivos laterais, caninos superiores e inferiores, primeiros pré-molares superiores – raízes vestibulares e palatinas, primeiros pré-molares inferiores e segundos pré-molares superiores e inferiores), o que compôs 88 raízes, divididas em 11 grupos. Os canais radiculares dos dentes foram instrumentados com o sistema rotatório K³ de acordo com a técnica Free Tip Preparation (PÉCORA et al. 2002), utilizando como solução para irrigação NaOCl a 1% e irrigação final com EDTA a 15%. Após o preparo, as raízes foram imersas em solução de sulfato de cobre a 10% por trinta minutos e, a seguir, imersas em solução alcoólica de ácido rubeânico a 1% pelo mesmo tempo. Essa reação química evidencia a permeabilidade dentinária com a formação do rubeanato de cobre de coloração escura. O terço apical das raízes foi seccionado transversalmente em cortes seriados com espessura de 100 micrômetros. Cinco cortes de cada terço apical foram lixados, lavados, desidratados, clarificados e montados em lâminas para exame em microscopia óptica. A quantificação da porcentagem de infiltração de íons cobre foi realizada por análise morfométrica, assim como a quantificação de dentina tubular. Os dados foram anotados para estabelecer os padrões de infiltração de dentina esclerosada. Os valores da porcentagem de infiltração dos íons cobre foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey. Os resultados evidenciaram que a infiltração de íons cobre no terço apical variaram de 4,60% a 16,66%. Os dentes incisivos centrais e laterais inferiores apresentaram os maiores valores de permeabilidade dentinária (16,66%). Os dentes caninos superiores, segundo e primeiro pré-molares inferiores apresentaram as menores porcentagens de infiltração: 4,60%, 4,80% respectivamente (p<0,001). Os demais dentes apresentaram-se em situação intermediária de permeabilidade. A análise da distribuição dos túbulos dentinários, marcada pela penetração de íons cobre, possibilitou uma classificação em sete tipos. Tipo I – distribuição total ao redor do canal; Tipo II – distribuição semitotal; Tipo III – distribuição unipolar; Tipo IV – bipolar; Tipo V - tripolar; Tipo VI - tetrapolar; Tipo VII - sem penetração, ou seja, com total presença de dentina esclerosada. Essa classificação corresponde ao efeito dúplice, ou seja, indica a presença de túbulos dentinários ao mesmo tempo em que expressa a ausência de dentina esclerosada. A distribuição bipolar (Tipo IV) foi a que apresentou a maior incidência, de dentina esclerosada: 10,0% a 57,5% no terço apical em todos os dentes estudados. A maior quantidade de dentina esclerosada, ou seja, onde não ocorreu infiltração de íons cobre (Tipo VII) foi observada, com maior incidência, nos dentes caninos superiores, primeiros e segundos pré-molares inferiores.

Palavras-chave: Endodontia. Permeabilidade Dentinária. Terço Apical. Dentina.

Abstract

ABSTRACT

RIBEIRO, R. G. Qualiquantitative analysis of apical dentin permeability in different dental groups. 2010. 123 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

This ex vivo study evaluated histochemically the dentin permeability of the root canal walls in the apical third of different human dental groups, analyzing the pattern of dentinal tubule distribution and the presence of sclerotic dentin in this region. Eighty teeth were used, being 8 of each dental group - maxillary and mandibular central incisors, lateral incisors and canines, maxillary first premolars (buccal and palatal roots), mandibular first premolars, and maxillary and mandibular second premolars -, totalizing 88 roots that were distributed in 11 groups. The root canals were instrumented with the K³ rotary system according to the Free Tip Preparation technique (PÉCORA et al. 2002), using 1% NaOCl as irrigant and final irrigation with 15% EDTA. After root canal preparation, the roots were immersed in a 10% copper sulfate solution for 30 minutes and then in a 1% rubeanic acid alcoholic solution for the same time. This chemical reaction reveals dentin permeability by the formation of copper rubeanate, which is a dark-colored compound. Semiserial 100-µm-thick cross-sections were obtained from the apical third of the roots. Five sections of each apical third were ground, washed, dehydrated, cleared and mounted on glass slides for examination under optical microscopy. The percentage of copper ion infiltration and the amount of tubular dentin were quantified by morphometric analysis. The data were recorded to determine the patterns of infiltration into the sclerotic dentin. The percent values of copper ion infiltration were analyzed statistically by analysis of variance and Tukey's test. The results showed that the infiltration of copper ions in the apical third ranged from 4.60% to 16.66%. The mandibular central and lateral incisors presented the highest dentin permeability values (16.66%), while the maxillary canines and mandibular second and first premolars presented the lowest percent infiltration values, 4.60%, 4.80% and 5.71%, respectively (p<0.001). The other teeth presented intermediate permeability. Based on the analysis of dentinal tubule distribution, marked by copper ion penetration, a 7-type classification was established: Type I – total distribution around the canal; Type II - semitotal distribution; Type III - unipolar distribution; Type IV bipolar distribution; Type V – tripolar distribution; Type VI – tetrapolar distribution; Type VII – no penetration (total presence of sclerotic dentin). This classification corresponds to the double effect, which indicates at the same time the presence of dentinal tubules and the absence of sclerotic dentin. The bipolar distribution (Type IV) had the highest incidence (10.0% to 57.5%) in the apical third of all studied teeth. Greatest amount of sclerotic dentin, which means where no copper ion infiltration occurred (Type VII), was observed more frequently in the maxillary canines and mandibular first and second premolars.

Keywords: Endodontics. Dentin Permeabitity. Apical third. Dentin.

LISTA DE TABELAS

Tabela I -	Porcentagem da penetração de íons de cobre na dentina da região	
	apical dos grupos dentais do arco superior	59
Tabela II -	Porcentagem da penetração de íons de cobre na dentina da região	
	apical dos grupos dentais do arco inferior	60
Tabela III -	Análise de variância: valores originais	60
Tabela IV -	Teste Tukey entre tratamentos. Médias e desvio padrão da	
	porcentagem de penetração de íons de cobre na dentina da região	
	apical dos grupos dentais	61
Tabela V -	Classificação da distribuição dos túbulos dentinários no terço	
	apical dos canais radiculares. Valores absolutos e porcentagens	64

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Características anatômicas dos espécimes selecionados: A) Dentes	
	superiores; B) Dentes inferiores	49
Figura 2 -	A) Motor X-Smart acoplado ao contra-ângulo redutor utilizado para	
	instrumentação em todos os grupos dentais; B) Instrumentos do	
	sistema rotatório K ³ ; C) Seringa plástica descartável e agulha	
	Navytip	51
Figura 3 -	A) Espécime fixado em placa de acrílico com auxílio de cera de	
	escultura azul para padronização dos cortes; B) Máquina de corte	
	utilizada; C) Espécime fixado na máquina de corte e disco	
	diamantado posicionado para confecção de cortes transversais da	
	região apical	53
Figura 4 -	A) Lupa estereoscópica Leica com câmera KODO acoplada utilizada	
	para captura de imagens panorâmicas dos cortes; B) Microscópio	
	Axiostar plus (Zeiss)	56
Figura 5 -	Imagem dos cortes da região apical demonstrando diferentes padrões	
	de infiltração de íons cobre em torno do diâmetro da luz do canal	
	radicular: A) Total uniforme; B) Semitotal; C) Unipolar; D) Bipolar;	
	E) Tripolar; F) Tetrapolar; G) Sem permeabilidade	63
Figura 6 -	A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte	
	transversal do terço apical submetida ao processamento	
	histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre (cor escura)	
	no interior dos túbulos dentinários de modo total e uniforme (Tipo	
	I). 5X de aumento; B) Fotografia em microscópio óptico com 10X	
	aumento; C) 40X de aumento; D) 100X de aumento	66

Lista de Figuras

Figura 7 -	A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte	
	transversal do terço apical submetida ao processamento	
	histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre (cor escura)	
	no interior dos túbulos dentinários, de forma semitotal (Tipo II): (5X	
	de aumento); B) Fotografias em microscópio óptico com 10X	
	aumento; C) 40X de aumento; D) Túbulos dentinários em 100X de	
	aumento	67
Figura 8 -	A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte	
	transversal do terço apical submetido ao processamento histoquímico	
	(Tipo III) - unipolar com 5X de aumento; B) Fotografia em	
	microscópio óptico da região unipolar (Tipo III) com 10X de	
	aumento; C) Interface de região com túbulos dentinários e região de	
	dentina atubular em 40X de aumento; D) 100X de	
	aumento	68
Figura 9 -	A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte	
	transversal do terço apical submetido ao processamento	
	histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre no interior	
	dos túbulos dentinários em forma bipolar (Tipo IV)com 5X de	
	aumento; B) Fotografia em microscópio óptico com 10X de aumento;	
	C); com 40X de aumento; D) Interface de região com túbulos	
	dentinários e da dentina esclerosada em 100X de aumento	69
Figura 10 -	A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte	
	transversal do terço apical submetida ao processamento	
	histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre no interior	
	dos túbulos dentinários em forma tripolar (Tipo V) com 5X de	
	aumento; B) Fotografia em microscópio óptico com 10X aumento;	
	C) Interface de região com túbulos dentinários e dentina com áreas	
	escleróticas em 40X de aumento; D) 100X de aumento	70

Figura 11 -	A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte	
	transversal do terço apical submetida ao processamento	
	histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre no interior	
	dos túbulos dentinários em forma tetrapolar (Tipo VI) com 5X de	
	aumento; B) Fotografia em microscópio óptico com 10X de aumento;	
	C) 40X de aumento; D); 100X de aumento	71
Figura 12 -	A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica 5X de	
	corte transversal do terço apical submetida ao processamento	
	histoquímico, demonstrando a ausência de penetração de íons cobre	
	no interior dos túbulos dentinários, dentina esclerótica (Tipo	
	VII).com 5X de aumento; B) Fotografia em microscópio óptico com	
	10X de aumento; C) Dentina atubular em 40X de aumento; D) 100X	
	de aumento	72

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	37
2	PROPOSIÇÃO	43
3	MATERIAL E MÉTODOS	47
	3.1 Preparação pré-operatória dos dentes	50
	3.2 Técnica de instrumentação x irrigação	50
	3.3 Preparo das soluções	52
	3.4 Reação histoquímica para detecção dos níveis da permeabilidade	
	dentinária das raízes	52
	3.5 Obtenção de cortes da região apical	52
	3.6 Preparo dos cortes para montagem em lâminas	54
	3.7 Análise morfométrica	54
	3.8 Análise estatística	56
4	RESULTADOS	57
	4.1 Avaliação qualitativa da permeabilidade dentinária do terço apical	62
5	DISCUSSÃO	73
6	CONCLUSÕES	81
R	EFERÊNCIAS	85
A	PÊNDICES	97
A	NEXO	121

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O estudo da permeabilidade da dentina das paredes dos canais radiculares sempre despertou interesse dos pesquisadores da área de Endodontia, porque o principal objetivo da utilização de soluções para irrigação é obter a sanificação dos canais radiculares e, ainda, que penetre nos túbulos dentinários e promova a destruição dos micro-organismos.

Assim, os estudos são realizados com o objetivo de verificar qual a composição e tipos de dentina presentes nas paredes dos canais radiculares e como se dá sua formação, qual a quantidade e como estão distribuídos os túbulos dentinários, qual ou quais das soluções para irrigação promovem maior penetração no interior dos túbulos dentinários, quais os fatores causadores da esclerose dentinária e sua influência na diminuição da permeabilidade e sua inter-relação com a penetração microbiana no interior dos túbulos dentinários?

Todos estes questionamentos foram estudados ao longo do século XX e, ainda, continuam sem respostas conclusivas ou que não mais suscitem discussões.

A dentina é composta quimicamente por, aproximadamente, 70% de material inorgânico, 20% de material orgânico e 10% de água (adsorvida na superfície do mineral ou nos interstícios entre os cristais). Seu componente inorgânico principal é a hidroxiapatita. A dentina possui como composto orgânico, colágeno, com inclusões fracionais de glicoproteínas, proteoglicanos e fosfoproteínas. Cerca de 56% da fase mineral está contida no colágeno (TEN CATE, 2001).

Outro fator que merece ser destacado, neste estudo, é a organização e as variações microestruturais da dentina que, segundo Grayson e Marshall (1993), podem ser influenciadas pelo tamanho e forma do dente. De acordo com esta afirmativa, o grupo dental ao qual o elemento pertence pode influenciar nestas características, porquanto os variados dentes apresentam diferentes formas e tamanhos.

Os túbulos dentinários se formam em função da deposição de matriz mineralizada de pré-dentina que circunda os prolongamentos odontoblásticos durante a dentinogênese (WAKABAYASHI *et al.*, 1993; MJÖR, 2009).

Independentemente do método utilizado, parece haver consenso entre os pesquisadores quanto ao fato de que o número de túbulos presentes na dentina depende do terço do canal radicular analisado. O terço coronário apresenta maior quantidade de túbulos dentinários do que o terço apical do canal radicular e o terço médio apresenta-se em situação intermediária (MARSHALL; MASSLER; DUTE, 1960; COHEN; STEWART; LASTER, 1970; ROBAZZA, 1973; WHITTAKER; KNEALE, 1979; CARRINGAN *et al.*, 1984; FRÓIS *et*

al., 1981; ZUOLO et al., 1987; PÉCORA et al., 1987, 2004; BRUGNERA JÚNIOR et al., 2003; MANNOCCI, et al., 2004).

Mjör *et al.* (2001) realizaram estudo descritivo da estrutura dentinária radicular do terço apical e verificaram a presença de variações estruturais incluindo canais acessórios, áreas de reabsorção e de reparo, variadas quantidades de dentina secundária irregular e áreas dentinárias desprovidas de túbulos. Além disso, de acordo com estes autores, a dentina apical apresenta 14.400 túbulos por mm² na parede dentinária do terço apical.

A presença de túbulos dentinários confere permeabilidade à dentina e se estende, a partir da periferia da junção odontoblastos-predentina, por todo o tecido dentinário (PASHLEY; MICHELIN; KERL, 1981; GULABIVALA *et al.*, 2005; MARCHESAN *et al.*, 2008).

A permeabilidade envolve a passagem de fluidos, íons, moléculas e micro-organismos para o interior dos túbulos dentinários e através de uma substância ou tecido sob diferentes e variáveis condições. Esta permeabilidade dentinária é essencial para a fisiologia e para os padrões de reação do órgão dentinopulpar. Nutrientes e impulsos são transportados a partir da polpa por meio dos processos odontoblásticos e o conteúdo dos seus túbulos mantém a vitalidade da dentina (MJÖR, 2009).

Vários pesquisadores dedicaram-se ao estudo da permeabilidade dentinária radicular ao longo dos tempos. Para tanto, valeram-se de diversas metodologias, devidamente descritas na literatura, como: o uso de corantes (GOING, 1964; COHEN; STEWART; LASTER, 1970; FRÓIS, *et al.*, 1981; MOURA *et al.*, 1988; PAQUÉ *et al.*, 2006; THALER *et al.*, 2008), de radioisótopos C¹⁴, P³², S³⁵, I¹³¹ (WAINWRIGHT; LEMOINE, 1950; MARTIN, 1951; WACH; HAUPTFUEHRER; KESEL, 1955; HAMPSON; ATKINSON, 1964; SMITH; VINCENSO, 1968; PASHLEY *et al.*, 1978), e o método histoquímico proposto por PÉCORA *et al.* (1987). Este último utiliza o íon cobre que apresenta tamanho molecular menor que as moléculas orgânicas de corantes e favorece a penetração nos túbulos dentinários. Pashley e Livingston (1978) relataram que um aumento de 19 vezes no tamanho da molécula provoca redução de cem vezes no coeficiente da permeabilidade dentinária.

Durante o tratamento endodôntico, são utilizados meios mecânicos, químicos e físicos para a correta limpeza, modelagem e sanificação do sistema de canais radiculares. Várias investigações foram realizadas com objetivo de elucidar quais soluções para irrigação teriam capacidade de penetrar no interior dos túbulos dentinários e promover a limpeza e a desinfecção dos sistemas de canais radiculares (MARSHALL; MASSLER; DUTE, 1960;

COHEN; STEWART; LASTER, 1970; ROBAZZA, 1973; ZUOLO *et al.*, 1987; PÉCORA *et al.*, 1987, 2004; BRUGNERA JÚNIOR *et al.*, 2003; MARCHESAN *et al.*, 2008).

O hipoclorito de sódio em diferentes concentrações é a solução para irrigação mais empregada mundialmente, devido às suas propriedades químicas de dissolução de tecidos orgânicos, efeito antimicrobiano, clareação, transformação de aminas em cloraminas e desodorização (WALKER, 1936; McCOMB; SMITH, 1975; YAMADA *et al.*, 1983; MADER; BAUMGARTNER; PETERS, 1984; CZONSTKOWSKY; WILSON; HOLSTEIN, 1990; SPANÓ *et al.*, 2001; GUERISOLI *et al.*, 2002; HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003; GULABIVARA *et al.* 2005; TAY *et al.*, 2006; MARENDING *et al.*, 2007). Este produto pode ser utilizado isolado ou associado a outras soluções para irrigação, tais como agentes desmineralizantes e quelantes como o EDTA, CDTA, EGTA, ácido cítrico, acido málico, acido acético e vinagre de maçã com objetivo de remover a camada de *smear* (McCOMB; SMITH, 1975; YAMADA *et al.*, 1983; PECORA *et al.*, 1993; SOUSA-NETO *et al.*, 2002; PECORA *et al.*, 2003; HÜLSMANN; HECKENDORFF; LENNON, 2003; SCELZA *et al.*, 2004; GULABIVALA *et al.*, 2005; CRUZ-FILHO *et al.*, 2006; BAUMGARTNER; JOHAL; MARSHALL, 2007; SPANÓ *et al.*, 2009; MJÖR, 2009).

Quanto à ação das soluções para irrigação, Pécora *et al.* (1987) apontaram a necessidade de que as soluções atuem em profundidade com o objetivo de remover micro-organismos e tecidos orgânicos das áreas inacessíveis aos instrumentos endodônticos. Mjör (1982) citou grande número de fatores que podem afetar a penetração de substâncias ou fluidos através de um tecido: tensão superficial, forças capilares, carga elétrica e tamanho molecular. A permeabilidade é considerada como sendo a expressão da soma de todos os processos que atuam na passagem de substâncias e fluidos através do tecido.

Além disso, a permeabilidade dentinária pode ser influenciada pelas alterações fisiológicas que ocorrem na dentina do canal radicular como a esclerose dos túbulos dentinários. A obstrução parcial ou total destes túbulos dentinários pode ocorrer como resultado da idade fisiológica ou se desenvolver em resposta a estímulos, tais como atrição na superfície do dente ou cáries. Quando ocorre deposição mineral no interior dos túbulos e na dentina peritubular, a dentina fica esclerosada. Este fato pode ser observado em cortes histológicos por desgaste, nos quais se destaca a translucidez da dentina (COHEN; HARGREAVES, 2007). Entretanto, existem outros fatores que podem levar à obliteração dos túbulos, como a deposição de mineral dentro do túbulo sem qualquer formação de dentina intratubular, a mineralização difusa que ocorre com um processo odontoblástico viável ainda presente ou a mineralização tanto do processo quanto dos conteúdos tubulares. Como a

esclerose reduz a permeabilidade da dentina, ela pode ajudar a prolongar a vitalidade pulpar (TEN CATE, 2001).

A esclerose tubular ou calcificação intratubular é uma deposição fisiológica que começa na terceira década de vida no terço apical (PAQUÉ *et al.* 2006). É um mecanismo de defesa do complexo dentinopulpar a estímulos fisiológicos e patológicos que provocam um aumento da obliteração tubular, reduzindo consideravelmente a permeabilidade dentinária (LILLO; PIERLEONI; PAGAVINO, 1992). Em dentes de pacientes com mais de 60 anos, a permeabilidade é inferior a 7% no terço apical devido à avançada quantidade de dentina esclerosada. Isso pode explicar os melhores resultados encontrados para o tratamento endodôntico de pacientes idosos (THALER *et al.*, 2008).

A redução das ramificações do canal radicular pela idade limita o volume de dentina potencialmente passível de ser infectada, tornando o terço apical do canal radicular de pacientes idosos, impermeável tanto à penetração de bactérias quanto de soluções utilizadas para irrigação, independentemente da presença da camada de *smear* (WACH; HAUPTFUEHRER; KESEL, 1955; MJÖR *et al.*, 2001; ØRSTAVIK; QVIST; STOLTZE, 2004; PAQUÉ *et al.*, 2006).

A maior causa de doenças pulpares bem como a persistência da infecção do canal radicular pode ser causada pela invasão bacteriana nos túbulos dentinários (BRÄNNSTRÖM; NYBORG, 1971; HAAPASALO; ØRSTAVIK, 1987).

Avaliando a penetração bacteriana nos túbulos dentinários nos diferentes terços dos canais radiculares, LOVE (1996) constatou que, no terço cervical e médio a penetração foi maior que no terço apical. Esta penetração bacteriana também ocorre em maior número e em maior profundidade nos túbulos dentinários de indivíduos jovens, em relação aos idosos: 420µm e 360µm, respectivamente. (KAKOLI *et al.*, 2009).

Baseado no pressuposto de que a região apical dos canais radiculares é menos permeável do que a região média e do que a região cervical, torna-se oportuno estudar a permeabilidade da região apical e o padrão da distribuição dos túbulos dentinários.

PROPOSIÇÃO

2 PROPOSIÇÃO

O objetivo do presente trabalho consistiu em verificar *ex vivo* a permeabilidade dentinária das paredes dos canais radiculares do terço apical de diferentes grupos dentais humanos submetidos ao tratamento microcirúrgico (biomecânico) com instrumentação rotatória e uso de soluções para irrigação, com observância dos seguintes aspectos:

- a) permeabilidade dentinária no terço apical dos canais radiculares, expressa em porcentagem da área total da dentina analisada;
- b) análise qualitativa da distribuição dos túbulos dentinários no terço apical dos dentes humanos e da presença de dentina esclerosada.



3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa do presente estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, que o aprovou sem restrições. (Ver ANEXO)

Dentes humanos anteriores superiores e inferiores e pré-molares superiores e inferiores, oriundos do banco de dentes da FORP-USP (Figura 1A - Superiores e 1B -Inferiores), foram examinados macroscopicamente e radiografados sentido próximo-proximal para padronização da amostra de dentes com um canal em cada raiz. Assim, foram selecionados 80 dentes, sendo 8 de cada grupo dental (incisivos centrais, incisivos laterais, caninos, primeiros e segundos pré-molares superiores e inferiores). Como o primeiro pré-molar superior apresenta duas raízes, o estudo é composto por 88 raízes, divididas em 11 grupos.

Estas raízes estavam completamente formadas, com canal único, ausência de calcificações e reabsorções internas e externas e sem curvaturas acentuadas.



Figura 1 - Características anatômicas dos espécimes selecionados: A) Dentes superiores; **B**) Dentes inferiores.

3.1 Preparação pré-operatória dos dentes

Os dentes selecionados estavam armazenados em frascos contendo solução de timol a 0,1% e a 9 °C. Após retirados, foram lavados em água corrente por 24 horas, com o objetivo de eliminar os resíduos da solução de timol e, em seguida, secos com um jato de ar. Após a secagem, eles tiveram suas superfícies externas radiculares impermeabilizadas com duas camadas de cianoacrilato (Super-bonder, Loctite, Brasil Ltda.), com exceção do forame apical.

3.2 Técnica de instrumentação x irrigação

A cirurgia de acesso à câmara pulpar dos dentes foi realizada com broca esférica diamantada número 2 em alta rotação, refrigerada com água, respeitando as particularidades de cada grupo dental (INGLE, 1965). Em seguida, realizou-se o desgaste compensatório com broca Endo Z (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), tomando-se o cuidado de remover completamente o teto da câmara pulpar, deixando-se as paredes da cavidade regulares, divergentes e sem retenções. Concluída esta fase, realizou-se irrigação abundante com solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 1%. Após este procedimento, o canal radicular foi explorado, introduzindo-se uma lima tipo K #15 (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça) em toda sua extensão até que a ponta fosse visualizada no forame apical, determinando o comprimento real de trabalho a 0,5 mm aquém do ápice radicular.

A instrumentação dos canais radiculares foi realizada com instrumentos do sistema rotatório K³ (SybronEndo, Orange, CA, USA), acionados por motor elétrico X-Smart (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Suíça), acoplado a um contra ângulo redutor em 16:1, com velocidade de 300 rpm e torque de 4,0 N (Figura 2A). O alargamento do terço cervical foi preparado com broca LA Axxess #35/.06 (SybronEndo, Orange, CA, USA) e com os instrumentos #25/.06, #25/.08 e #25/.10 e, a seguir, preparados até o comprimento de trabalho com os instrumentos #20/.02, 20/.04, 25/.02, 25/.04, 30/.02, 30/.04, 35/.02, 40/.02 e 45/.02, de acordo com a técnica *Free Tip Preparation*; (PÉCORA *et al.*, 2002) (Figura 2B).

A irrigação dos canais radiculares foi feita com 2 ml de solução de NaOCl a 1%, a cada troca de instrumento, por meio de seringa plástica descartável e agulha Navytip (Ultradent, South Jordan, Utah, EUA) (Figura 2C). Concluído o preparo biomecânico,

promoveu-se irrigação com 5 ml de EDTA 15% por 3 minutos, seguida de irrigação final com 10 ml de água destilada e deionizada. A seguir, os canais foram secos com pontas de papel absorvente (Tanari-Tanariman Industrial Ltda., Manacapuru, AM, Brasil).

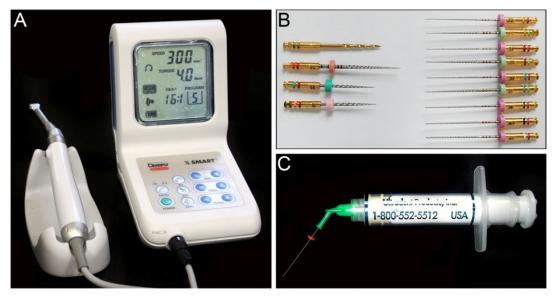


Figura 2 - A) Motor X-Smart acoplado ao contra-ângulo redutor utilizado para instrumentação em todos os grupos dentais; **B)** Instrumentos do sistema rotatório K³; **C)** Seringa plástica descartável e agulha Navytip.

Cumpre salientar que as soluções de NaOCl 1% e EDTA 15% foram aviadas e tituladas no Laboratório de Pesquisa em Endodontia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FORP-USP, Ribeirão Preto, SP, Brasil).

Depois de concluído o tratamento microcirúrgico (biomecânico) dos canais, as coroas dos dentes foram removidas com auxílio de um disco de aço dupla face, acoplado à ponta reta e acionado por micromotor (Dabi, Ribeirão Preto, SP, Brasil). Tomou-se o cuidado de preencher a entrada cervical do canal radicular com cera utilidade, a fim de evitar a penetração de pó de dentina no terço apical.

3.3 Preparo das soluções

As soluções utilizadas foram preparadas de acordo com os seguintes procedimentos:

- Preparo da solução de sulfato de cobre: 10 gramas de sulfato de cobre foram dissolvidos em 100 ml de água destilada deionizada, acrescida de 25 ml de hidróxido de amônio a 25,0 %.
- Preparo de solução alcoólica de ácido rubeânico: 1 grama de ácido rubeânico foi dissolvido em 100 ml de álcool etílico a 96°Gl.

3.4 Reação histoquímica para detecção dos níveis da permeabilidade dentinária das raízes

Para o processamento histoquímico, as raízes de cada grupo foram imersas em solução de sulfato de cobre a 10%, em recipiente dotado de tampa perfurada por onde se aplicou vácuo, durante 5 minutos, com objetivo de remover o ar contido no interior do canal radicular. Após a aplicação do vácuo, as raízes foram mantidas nesta solução por mais 25 minutos, perfazendo 30 minutos de imersão.

A seguir, as superfícies das raízes foram secas com toalhas de papel e a solução foi removida do canal radicular por meio de cones de papel absorvente. Imediatamente após, as raízes foram imersas em solução alcoólica de ácido rubeânico a 1,0%, em recipiente semelhante ao primeiro, onde se aplicou vácuo durante 5 minutos. As raízes foram mantidas nesta solução por mais 25 minutos, perfazendo 30 minutos.

3.5 Obtenção de cortes da região apical

Com a finalidade de manter o corte padronizado, os espécimes foram fixados em placa de acrílico 8 X 4 mm com auxílio de cera de escultura azul (Odontofix, Ribeirão Preto, SP, Brasil) (Figura 3A) para sua colocação na máquina de corte (Figura 3B).

As raízes foram seccionadas transversalmente com máquina de corte (Miniton, Struers A/S, Copenhagen, Dinamarca) dotada de disco diamantado de 100 µm de espessura, sob refrigeração. Foram realizados cortes seriados de 100 µm de espessura, da região apical (Figura 3C).

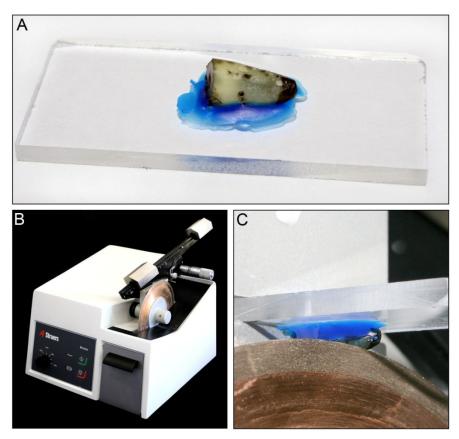


Figura 3 - A) Espécime fixado em placa de acrílico com auxílio de cera de escultura azul para padronização dos cortes; B) Máquina de corte utilizada; C) Espécime fixado na máquina de corte e disco diamantado posicionado para confecção de cortes transversais da região apical.

3.6 Preparo dos cortes para montagem em lâminas

Foram realizados seis cortes do terço apical de cada raiz. O corte mais apical de todos os espécimes foi descartado, pois representava a região do forame apical constituída apenas de cemento.

Os cortes foram lixados sob água corrente, com lixas (Norton, de procedência brasileira) de numeração 600, para regularização do corte, utilizando-se lixadeira previamente confeccionada para esta tarefa.

A seguir, os cortes foram lavados em água corrente pelo período de três horas a fim de remover o pó de dentina e o pó abrasivo da lixa. Finda esta etapa, os cortes foram desidratados em álcool ascendente 70%, 80%, 96% e 100% pelo período de duas horas em cada um, depois clarificados em xilol (Merck, Darmstadt, Alemanha) - 3 banhos de uma hora cada, e montados em lâminas de vidro com Entellan (Merck, Darmstadt, Alemanha). Após o endurecimento do Entellan, os cortes foram examinados microscopicamente, a fim de observar, com ampliações variáveis, se apresentaram as transparências das áreas coradas e não coradas.

3.7 Análise morfométrica

As lâminas foram submetidas à análise morfométrica por meio de um microscópio de marca Nikon, de procedência japonesa, sendo que uma das oculares foi substituída por outra de 6X, dotada de grade de integração com 400 pontos.

Para o exame, foi selecionada uma objetiva de ampliação de 2X. Em função da ocular, a ampliação final foi de 12X, o que permitiu o exame panorâmico de toda a área dos cortes. Para facilitar a contagem dos pontos dentro das áreas coradas e não coradas, foi montado um conjunto formado por dois contadores digitais, de marca LINE, de procedência japonesa.

Assim, foram contados os pontos que incidiam na área corada e na área de dentina não corada de cada lâmina, que correspondia a um corte e para cada raiz. Foram examinadas 440 lâminas, correspondente a 440 cortes. Essas leituras podem ser vistas nos apêndices.

Durante a contagem de pontos que incidentes na área corada e não corada, avaliou-se, também, a distribuição da infiltração dos íons de cobre na parede dos canais radiculares, bem como a distribuição da dentina esclerosada.

Foi calculada a porcentagem de penetração dos íons de cobre na dentina radicular apical (Pd%), em cada corte (lâmina), por meio da seguinte equação matemática:

$$Pd\% = DCx100 / PTC$$
 (1)

em que:

DC = dentina corada;

PTC = números totais de pontos contados que corresponde a DC + DNC;

DNC = dentina não-corada.

Uma vez obtida a porcentagem de penetração de íons cobre de cada corte, perfazendo o total de cinco cortes da região apical, por raiz, calculou-se a média de penetração em cada dente.

Os cortes mais representativos de cada espécime foram avaliados com auxílio de Lupa estereoscópica (Leica S8 APO, Alemanha) em aumento de 05X, determinando a visão panorâmica do corte e fotografados com câmera KODO CCD Color (KODO, China) (Figura 4A). Além disso, foram feitas fotografías em microscópio óptico Axiostar plus (Zeiss) (Figura 4B) com aumentos de 10X, 40x e 100x para detalhamento das imagens obtidas.

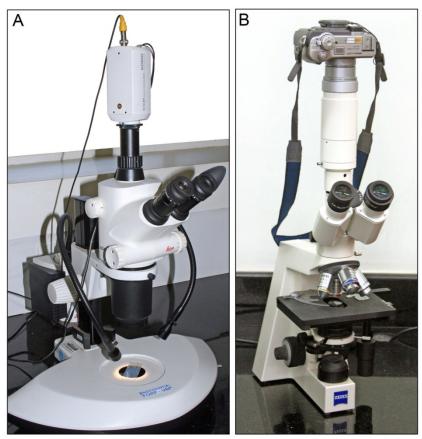


Figura 4 - A) Lupa estereoscópica Leica com câmera KODO acoplada utilizada para captura de imagens panorâmicas dos cortes; **B)** Microscópio Axiostar plus (Zeiss).

A partir das imagens obtidas, realizou-se a análise qualiquantitativa do padrão da distribuição dos túbulos dentinários e da dentina esclerosada nas paredes dos canais radiculares e elaborou-se uma classificação para esses achados.

3.8 Análise estatística

Os dados obtidos foram tabulados para que pudessem ser submetidos ao teste de normalidade, a fim de verificar que tipo de análise estatística poderia ser utilizada, ou seja, paramétrica ou não-paramétrica. Como a amostra testada apresentou distribuição normal, foram aplicados testes estatísticos paramétricos de análise de variância para verificar a existência de diferença estatística significante entre as médias e o teste complementar de Tukey HSD para verificar a diferença entre os grupos, com nível de significância de 5% ($\alpha = 0.05$) (Programa SPSS 17.0 for Windows, Chicago, IL, EUA).

RESULTADOS

4 RESULTADOS

O modelo matemático do presente estudo é composto de um fator de variação independente, denominado porcentagem da permeabilidade dentinária do terço apical dos canais radiculares.

O número total de dados é de 88 valores numéricos, correspondentes ao percentual médio de infiltração de íons cobre na dentina das paredes dos canais radiculares do terço apical dos dentes estudados. Os dados originais encontram-se nas Tabelas I e II.

A Tabela I apresenta a média e o desvio padrão da porcentagem da penetração do complexo de rubeanato de cobre na dentina do terço apical em cada grupo dental do arco superior.

Tabela I - Porcentagem da penetração de íons de cobre na dentina da região apical dos grupos dentais do arco superior

	Grupo dental						
	IC	IL	C	1P	M	2PM	
				Vestibular	Palatina		
	5,00	8,60	6,40	3,30	5,50	12,10	
	17,50	10,80	2,50	20,80	21,10	11,90	
	7,70	13,90	1,90	14,90	17,00	6,50	
	5,99	9,20	6,70	13,60	14,40	9,20	
	7,29	3,60	6,20	9,70	5,60	8,10	
	2,64	11,60	6,50	16,90	21,80	8,10	
	2,47	0,80	3,80	12,50	14,30	3,70	
	5,06	2,90	2,80	7,30	25,50	5,10	
Média ± DP	6,70 ±	7,67 ±	4,60 ±	12,37 ±	15,63 ±	8,08 ±	
	4,44	4,38	1,92	5,19	6,85	2,79	

Notas: * IC - incisivo central; IL - incisivo lateral; C - canino; 1PM - primeiro pré-molar; 2PM - segundo pré-molar.

A Tabela II apresenta a média e o desvio padrão da porcentagem da penetração do complexo de rubeanato de cobre na dentina do terço apical em cada grupo dental do arco inferior.

Tabela II - Porcentagem da penetração de íons de cobre na dentina da região apical dos grupos dentais do arco inferior

			Grupo dental		
	IC	IL	C	1PM	2PM
	16,80	22,70	13,70	4,10	7,40
	13,80	22,60	7,00	0,00	5,40
	19,50	20,20	7,80	3,90	14,60
	17,44	11,70	11,70	10,70	4,70
	18,59	13,90	12,80	17,20	3,10
	12,82	11,40	9,70	7,90	3,90
	15,77	7,10	13,50	5,60	4,00
	18,62	16,50	10,00	6,30	5,10
Média ±	16,66 ±	15,76 ±	10,77 ±	6,96 ±	6,02 ±
DP	2,23	5,35	2,39	4,84	3,45

Notas: *IC - incisivo central; IL - incisivo lateral; C - canino; 1PM - primeiro pré-molar; 2PM - segundo pré-molar.

Os dados das Tabelas I e II foram submetidos a testes preliminares para determinar a normalidade da amostra. Pelo teste de Kolmogorov-Smirnov, concluiu-se que a amostra era normal, portanto a análise estatística utilizada foi do tipo paramétrica (ANOVA; Tabela III).

Tabela III - Análise de variância: valores originais

	Soma dos Quad.	DF	Quad. médios	F	Sig.
Entre Grupos	1605,495	10	160,550	9,994	,000
Dentro Grupos	1236,951	77	16,064		
Total	2842,446	87			

A análise de variância mostrou haver diferença estatisticamente significante entre os grupos experimentais estudados (p=0,000). A fim de esclarecer quais grupos eram diferentes entre si, aplicou-se o teste complementar de Tukey HSD (Tabela IV).

Tabela IV - Teste Tukey entre tratamentos. Médias e desvio padrão da porcentagem de penetração de íons de cobre na dentina da região apical dos grupos dentais

	Média ± DP	Símbolos
Incisivo central inferior	$16,66 \pm 2,23$	*
Incisivo lateral inferior	$16,66 \pm 5,35$.
1 Pré-molar superior - raiz palatina	$13,42 \pm 6,85$	♥ ♣
1 Pré-molar superior - raiz vestibular	$12,37 \pm 5,19$	♥ ♣
Canino inferior	$10,77 \pm 2,39$	• 🗸 🛠
2 Pré-molar superior	$8,08 \pm 2,79$	• 🔻
Incisivo lateral superior	$7,67 \pm 4,38$	• 🗸
Incisivo central superior	$6,70 \pm 4,44$	$\Diamond ullet$
1 Pré-molar inferior	$5,71 \pm 4,84$	\Diamond
2 Pré-molar inferior	$4,80 \pm 3,45$	\Diamond
Canino superior	$4,60 \pm 1,92$	\Diamond

Nota: * Símbolos iguais demonstram não haver diferença estatística significante.

O teste de Tukey HSD demonstrou haver diferença estatisticamente significante entre o grupo formado pelo canino superior (4,60%), segundo pré-molar inferior (4,80%) e primeiro pré-molar inferior (5,71%), quando comparado com os valores do grupo formado pelo incisivo central inferior (16,66%) e incisivo lateral inferior (16,66%) (p<0,001).

Observa-se que o canino superior, primeiro e segundo pré-molares inferiores apresentaram a menor permeabilidade dentinária, enquanto que o incisivo central inferior e incisivo lateral inferior apresentaram os maiores valores de permeabilidade dentinária.

O incisivo central superior, incisivo lateral superior, segundo pré-molar superior e canino inferior apresentam-se numa situação intermediária de permeabilidade, ora mais semelhante ao grupo de menor permeabilidade, ora mais semelhante ao grupo de maior permeabilidade.

As raízes palatinas e vestibulares dos pré-molares superiores apresentaram-se, no que diz respeito à permeabilidade dentinária, estatisticamente semelhantes entre si (Tabela IV).

4.1 Avaliação qualitativa da permeabilidade dentinária do terço apical

Durante a etapa da realização da análise morfométrica, para obtenção da porcentagem de infiltração dos íons cobre na dentina do terço apical, observou-se que havia diferença na distribuição dos túbulos dentinários e que não havia um padrão uniforme de permeabilidade.

De acordo com as imagens observadas na microscopia, pode-se elaborar uma classificação da distribuição dos túbulos dentinários nas paredes dos canais radiculares no terço apical dos dentes analisados.

A classificação da distribuição dos túbulos dentinários no terço apical dos canais radiculares pode ser assim descrita:

Tipo I – distribuição tubular total uniforme em todas as paredes do canal radicular no terço apical (Figura 5A).

Tipo II – distribuição tubular semitotal, ou seja, parcialmente uniforme. Há uma pequena área atubular de dentina esclerosada (Figura 5B).

Tipo III — distribuição tubular unipolar, ou seja, os túbulos dentinários estão localizados em uma única área das paredes dos canais radiculares. As demais áreas estão com túbulos obliterados — dentina esclerosada (Figura 5C).

Tipo IV – distribuição tubular bipolar, ou seja, os túbulos estão localizados na área vestibular e lingual das paredes dos canais radiculares e separados por dentina esclerosada (Figura 5D).

Tipo V – distribuição tubular tripolar, ou seja, os túbulos dentinários estão direcionados em três faces, mas separados por dentina esclerosada (atubular) (Figura 5E).

Tipo VI – distribuição tubular tetrapolar, os túbulos dentinários estão direcionados para as quatro faces dos canais radiculares e separadas pela dentina esclerosada, observa-se uma forma de cruz (Figura 5F).

Tipo VII – sem penetração, ou seja, sem a presença de túbulos dentinários – dentina esclerosada (Figura 5G).

A constatação da penetração tem efeito dúplice, ou seja, ao mesmo tempo indica a presença de túbulos e a ausência de dentina esclerosada.

Assim, a classificação anteriormente exposta e relacionada aos tipos de penetração do evidenciador (íons de cobre) também serve para classificar os tipos de ocorrência de dentina esclerosada existentes, ou seja, o Tipo IV – bipolar, indica a penetração do evidenciador em

dois pólos e, simultaneamente a sua não penetração aos outros dois remanescentes, o que significa a presença de dentina esclerosada onde não houve penetração do indicador.

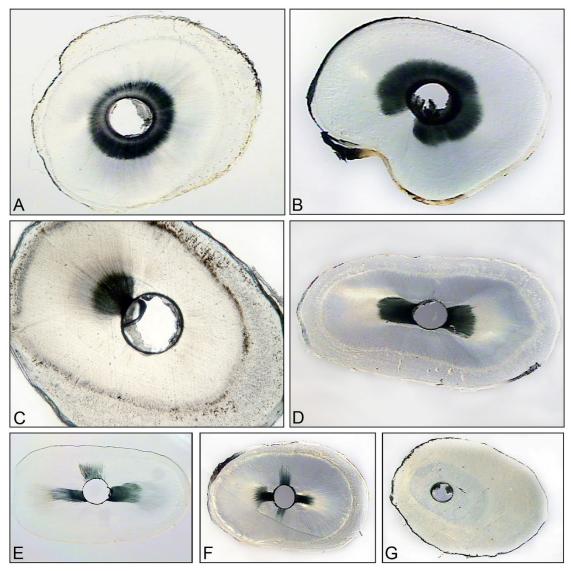


Figura 5 - Imagem dos cortes da região apical demonstrando diferentes padrões de infiltração de íons cobre em torno do diâmetro da luz do canal radicular: A) Total uniforme; B) Semitotal; C) Unipolar; D) Bipolar; E) Tripolar; F) Tetrapolar; G) Sem permeabilidade.

Os valores numéricos e as porcentagens da classificação de distribuição dos túbulos nas paredes dos canais radiculares no terço apical dos dentes estudados estão expressos na Tabela V.

Tabela V - Classificação da distribuição dos túbulos dentinários no terço apical dos canais radiculares. Valores absolutos e porcentagens

Classificação Dentes	Tipo I Total	Tipo II Semitotal	Tipo III Unipolar	Tipo IV Bipolar	Tipo V Tripolar	Tipo VI Tetrapolar	Tipo VII Sem Penetração	Total de cortes avaliados
ICS	4 (10,0%)	1 (2,5%)	19 (47,5%)	6 (15,0%)	1 (2,5%)	0	9 (22,5%)	40
ILS	5 (12,5%)	2 (5,0%)	7 (17,5%)	4 (10,0%)	2 (5,0%)	13 (32,5%)	7 (17,5%)	40
CS	0	1 (2,5%)	12 (30,0%)	5 (12,5%)	3 (7,5%)	0	19 (47,5%)	40
1 PMS- V	2 (5,0%)	15 (37,5%)	14 (35,0%)	5 (12,5%)	0	0	4 (10,0%)	40
1 PMS- P	11 (27,5%)	9 (22,5%)	6 (15,0%)	11 (27,5%)	0	0	3 (7,5%)	40
2 PMS	3 (7,5%)	0	4 (10,0%)	28 (70,0%)	1 (2,5%)	0	4 (10,0%)	40
ICI	0	4 (10,0%)	6 (15,0%)	15 (37,5%)	6 (15,0%)	7 (17,5%)	2 (5,0%)	40
ILI	0	5 (12,5%)	6 (15,0%)	17 (42,5%)	10 (25,0%)	2 (5,0%)	0	40
CI	0	1 (2,5%)	10 (25,0%)	23 (57,5%)	0	0	6 (15,0%)	40
1 PMI	1 (2,5%)	4 (10,0%)	6 (15,0%)	16 (40,0%)	1 (2,5%)	0	12 (30,0%)	40
2 PMI	6 (15,0%)	5 (12,5%)	5 (12,5%)	7 (17,5%)	2 (5,0%)	2 (5,0%)	13 (32,5%)	40

Nota: ICS - incisivo central superior; ILS - incisivo lateral superior; CS - canino superior; 1PMS - primeiro pré-molar superior, V - raiz vestibular, P - raiz palatina; 2PMS - segundo pré-molar superior; ICI - incisivo central inferior; ILI- incisivo lateral inferior; CI- canino inferior; 1PMI - primeiro pré-molar inferior; 2PMI - segundo pré-molar inferior.

Pela análise da Tabela V, observa-se que o canino superior (47,5%), o primeiro pré-molar inferior (30,0%) e o segundo pré-molar inferior (32,5%) apresentavam-se sem penetração de íons de cobre, ou seja, maior quantidade de dentina esclerosada (Tipo VII) e esses grupos dentais apresentavam menor porcentagem de permeabilidade (Tabela IV).

A classificação Tipo IV – distribuição bipolar dos túbulos dentinários - foi encontrada em todos os grupos dentais estudados, com maior incidência no segundo pré-molar superior (70,0%) e menor incidência no incisivo lateral superior (10,0%).

A incidência do Tipo IV – distribuição bipolar - foi da ordem de 17,5% a 57,5% nos dentes inferiores. Verifica-se, ainda, que no incisivo central inferior (37,5%), no incisivo lateral inferior (42,5%) e no canino inferior (57,5%) essa alta incidência corresponde a dentes com raízes achatadas no sentido mesio-distal. (SHOVELTON, 1964; PÉCORA *et al.*, 1987). Essa bipolaridade na direção vestíbulo-lingual evidencia o local da maior quantidade de túbulos dentinários e nas paredes mesial e distal com maior presença de dentina esclerosada, atubular.

A distribuição tetrapolar (Tipo VI) foi encontrada com maior frequência no incisivo lateral superior (32,5%).

Em todos os dentes, observou-se a presença da distribuição unipolar (Tipo III) da ordem de 10,0% a 47,5%.

As fotos micrográficas (Figuras 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12) ilustram os achados da distribuição dos túbulos dentinários com suas diferentes classificações. Observa-se o efeito dúplice em relação à dentina esclerosada (atubular). O efeito dúplice consiste na indicação de um fato e na exclusão de outro, ou seja, se há presença de túbulos, há ausência de dentina esclerosada.

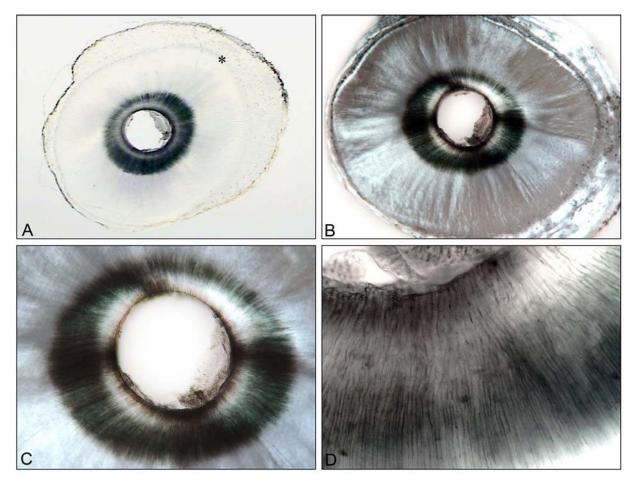


Figura 6 - A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte transversal do terço apical submetida ao processamento histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre (cor escura) no interior dos túbulos dentinários de modo total e uniforme (Tipo I). 5X de aumento; **B**) Fotografia em microscópio óptico com 10X aumento; **C**) 40X de aumento; **D**) 100X de aumento.

Nota: * = Interface dentina e cemento.

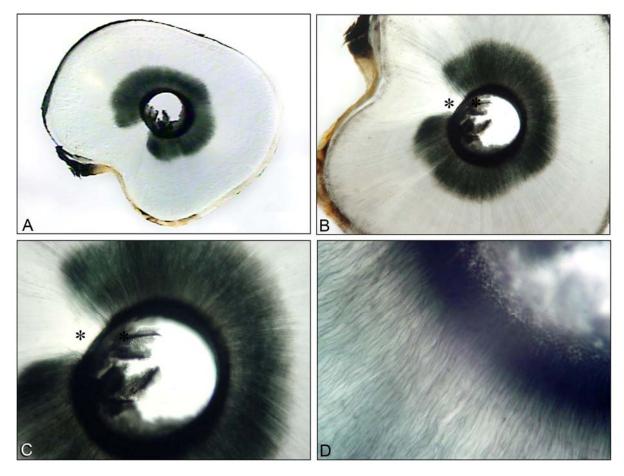


Figura 7 - A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte transversal do terço apical submetida ao processamento histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre (cor escura) no interior dos túbulos dentinários, de forma semitotal (Tipo II): (5X de aumento); B) Fotografias em microscópio óptico com 10X aumento; C) 40X de aumento; D) Túbulos dentinários em 100X de aumento.

Nota: * = Dentina Atubular.

Resultados_____

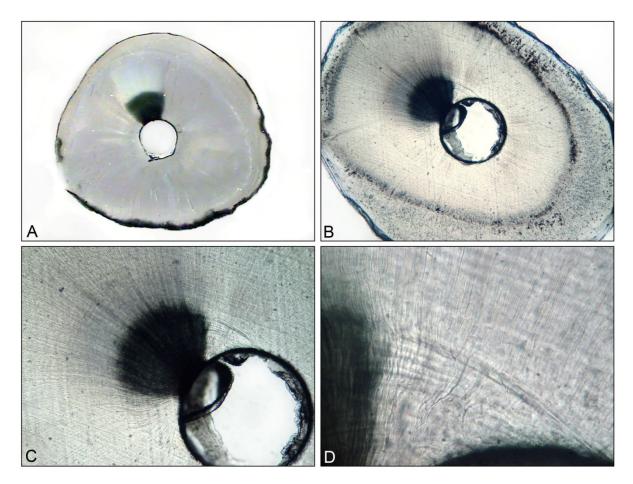


Figura 8 - A) Fotografía em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte transversal do terço apical submetido ao processamento histoquímico (Tipo III) - unipolar com 5X de aumento; **B**) Fotografía em microscópio óptico da região unipolar (Tipo III) com 10X de aumento; **C**) Interface de região com túbulos dentinários e região de dentina atubular em 40X de aumento; **D**) 100X de aumento.

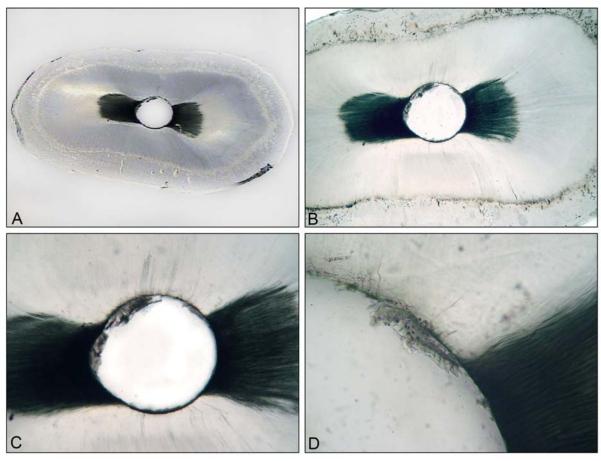


Figura 9 - A) Fotografía em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte transversal do terço apical submetido ao processamento histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre no interior dos túbulos dentinários em forma bipolar (Tipo IV)com 5X de aumento; **B)** Fotografía em microscópio óptico com 10X de aumento; **C)**; com 40X de aumento; **D)** Interface de região com túbulos dentinários e da dentina esclerosada em 100X de aumento.

Resultados_____

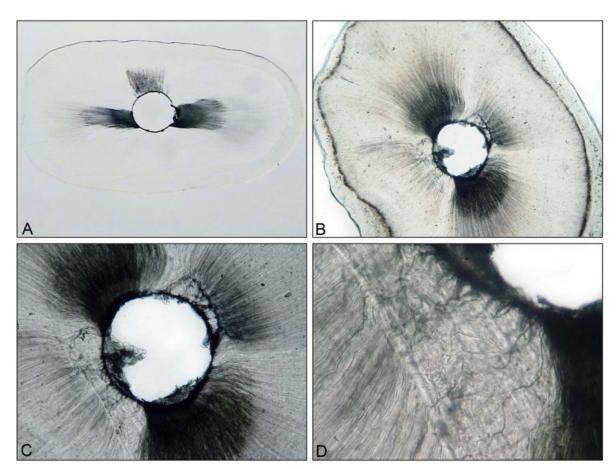


Figura 10 - A) Fotografía em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte transversal do terço apical submetida ao processamento histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre no interior dos túbulos dentinários em forma tripolar (Tipo V) com 5X de aumento; **B)** Fotografía em microscópio óptico com 10X aumento; **C)** Interface de região com túbulos dentinários e dentina com áreas escleróticas em 40X de aumento; **D)** 100X de aumento.

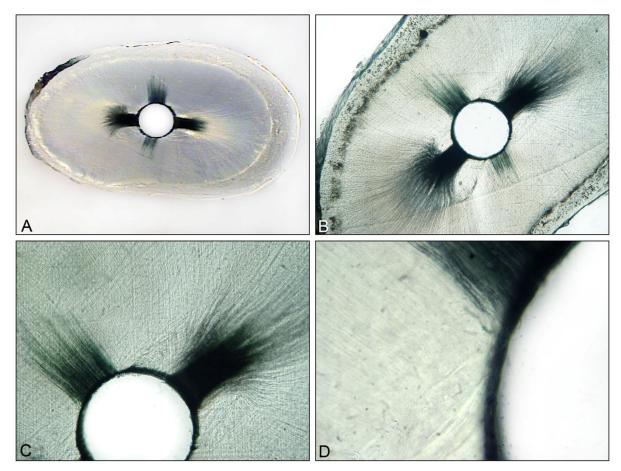


Figura 11 - A) Fotografía em lupa estereoscópica com visão panorâmica de corte transversal do terço apical submetida ao processamento histoquímico, demonstrando a penetração de íons cobre no interior dos túbulos dentinários em forma tetrapolar (Tipo VI) com 5X de aumento; **B**) Fotografía em microscópio óptico com 10X de aumento; **C**) 40X de aumento; **D**); 100X de aumento.

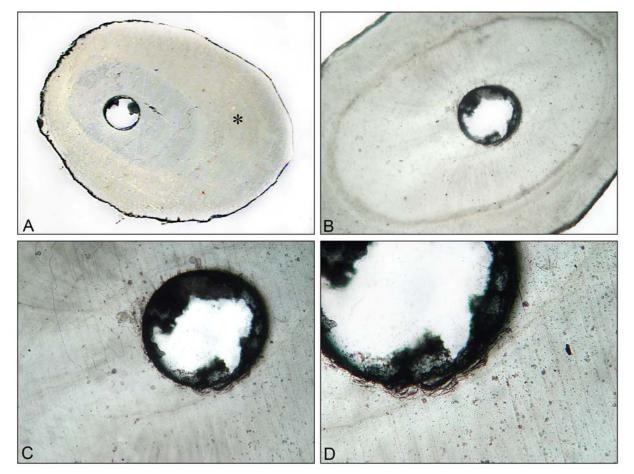


Figura 12 - A) Fotografia em lupa estereoscópica com visão panorâmica 5X de corte transversal do terço apical submetida ao processamento histoquímico, demonstrando a ausência de penetração de íons cobre no interior dos túbulos dentinários, dentina esclerótica (Tipo VII).com 5X de aumento; B) Fotografia em microscópio óptico com 10X de aumento; C) Dentina atubular em 40X de aumento; D) 100X de aumento.

Nota: * = Grande área de cemento circundando a dentina apical (A).

DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

O tecido dentinário é, sem dúvida, o maior componente estrutural do dente e é constituído na matriz orgânica por colágeno e fase inorgânica por sais de cálcio. Na dentina normal, os túbulos são envoltos por dentina peritubular, altamente mineralizada e, entre eles, situa-se a dentina intertubular, que apresenta fibras colágenas mineralizadas.

A presença de túbulos no tecido dentinário foi demonstrada por M'Quillen (1866) e, desde então, a dentina foi tratada como um tecido permeável por sua própria natureza, sendo fonte de vários trabalhos (BEUST, 1912, 1931, 1934; HANAZAWA, 1917; TURNER, 1927; BÖDECKER; APPLEBAUM, 1933; PÉCORA *et al.*, 1987, 2004; BRUGNERA JÚNIOR *et al.*, 2003; MARCHESAN *et al.*, 2008).

A permeabilidade dentinária é uma característica inerente à dentina em virtude dos túbulos dentinários. Essa propriedade varia de acordo com a quantidade e o diâmetro dos túbulos de cada região das paredes da dentina dos canais radiculares (PASHLEY, 1985, 1990).

A permeabilidade dentinária pode variar de acordo com alguns fatores, entre os quais se encontram as agressões externas causadas por processos patológicos ou de envelhecimento do elemento dental (BÖDECKER; APPLEBAUM, 1933; PRATTI, 1994; THALER *et al.*, 2008; KAKOLI *et al.* 2009; MJÖR, 2009).

De acordo com Brännström e Garberoglio (1980), Vasiliadis, Darling e Levers (1983), Giachetti *et al.* (2002), Kinney *et al.* (2005) e Mjör (2009) a dentina transparente (esclerosada) mostra a mudança no diâmetro dos túbulos dentinários com diferentes graus de obstrução do lume devido à nova aposição de dentina peritubular associada à deposição de sais de cálcio na dentina intratubular. A dentina esclerosada aparece, permanentemente, nas paredes mesiais e distais da dentina dos canais radiculares e, com o avanço da idade, circunda toda raiz (VASILIADIS; DARLING; LEVERS, 1983).

A metodologia utilizada no presente estudo, para a verificação da permeabilidade dentinária e determinar a penetração de íons cobre na dentina, segue o método proposto por Pécora *et al.* (1987). O íon cobre apresenta tamanho molecular menor que as moléculas orgânicas de corantes. A molécula da água apresenta um tamanho de 1,93Å; a albumina 17 Å, e a violeta genciana 12 Å, enquanto que o íon cobre apresenta 0,92 Å (PÉCORA *et al.*, 1987).

A revelação dos íons cobre, pelo ácido rubeânico, ocorre por meio de uma reação química que resulta na formação do rubeanato de cobre (FEIGL, 1958), que apresenta cor

azul escuro. A intensidade da reação depende da intensidade de íons cobre presente, ou seja, quanto mais escuro, maior é a quantidade de íons cobre que penetrou nos túbulos dentinários.

A utilização de íons cobre é tão eficiente quanto à utilização de radioisótopo, sem os efeitos deletérios das radiações (PÉCORA *et al.*, 1987).

O método histoquímico aplicado neste estudo foi utilizado por diversos pesquisadores (ZUOLO *et al.*, 1987; PÉCORA *et al.*, 1987, 2004; BRUGNERA JÚNIOR *et al.*, 2003; CARRASCO *et al.*, 2003, 2007; MARCHESAN *et al.*, 2008).

Este trabalho limitou-se a verificar a permeabilidade do terço apical dos canais radiculares dos dentes humanos superiores e inferiores de incisivos e pré-molares, pois vários trabalhos já demonstraram que a dentina do terço cervical e do terço médio é mais permeável que a do terço apical (MARSHALL; MASSLER; DUTE, 1960; COHEN; STEWART; LASTER, 1970; ROBAZZA, 1973; WHITTAKER; KNEALE, 1979; CARRINGAN *et al.*, 1984; FRÓIS *et al.*, 1981; ZUOLO *et al.*, 1987; PÉCORA *et al.*, 1987, 2004; LOVE, 1996; BRUGNERA JÚNIOR *et al.*, 2003).

Assim, propôs-se o estudo da permeabilidade da dentina do terço apical do canal radicular e a verificação do modo de distribuição dos túbulos dentinários nas paredes dos canais radiculares.

Os espécimes foram fornecidos pelo banco de dentes da FORP-USP e não há registro da idade dos doadores. Logo, não se pode, neste estudo, correlacionar a idade com a permeabilidade dentinária do terço apical.

A observação da Tabela IV salienta que a permeabilidade da dentina no terço apical dos dentes estudados varia de 4,60% a 16,66%. O canino superior, primeiro e segundo pré-molares inferiores apresentaram a menor permeabilidade dentinária, enquanto que o incisivo central inferior e o incisivo lateral inferior apresentaram os maiores valores de permeabilidade dentinária. Isto pode ter ocorrido devido ao fato de o canino superior e pré-molares inferiores serem dentes que sofrem grandes impactos mastigatórios, comparativamente aos incisivos centrais e laterais inferiores (KAKOLI *et al.*, 2009).

Os dentes: incisivo central superior, incisivo lateral superior, segundo pré-molar superior e o canino inferior apresentam-se numa situação intermediária de permeabilidade, ora mais semelhante ao grupo de menor permeabilidade, ora ao grupo de maior permeabilidade. As diferenças aqui observadas podem ter ocorrido devido ao fato da diferença de idade, trauma, atrição, abrasão, abfração e outros tipos de estresse (LILLO; PIERLEONI; PAGAVINO, 1992; MJÖR *et al.*, 2001; KAKOLI *et al.*, 2009).

As raízes palatinas e vestibulares dos pré-molares superiores apresentaram-se, no que diz respeito à permeabilidade dentinária do terço apical, estatisticamente semelhante entre si, o que parece ser óbvio, pois o dente sofre as mesmas tensões.

Para explicar a baixa permeabilidade da dentina apical do canino superior (4,66%), primeiro pré-molar inferior (5,71%) e o segundo pré-molar inferior (4,80%) pode se referir ao fato de que esses dentes apresentaram maior incidência da dentina esclerosada (Tipo VII), a saber: canino superior 47,5%, primeiro pré-molar inferior 30% e segundo pré-molar inferior 32.5%.

Os dentes incisivos central e lateral inferiores apresentaram maior permeabilidade. Constata-se na Tabela V que o incisivo central e que o lateral inferior têm alta incidência de penetração de íons cobre, classificação dos Tipos II, III, IV, V e com baixa incidência do Tipo VII (Tabela V, Figura 5)

A distribuição tubular no terço apical dos canais radiculares estudados possibilitou criar uma classificação – Tabela V.

Observando-se esta classificação, é possível constatar-se que a distribuição tubular possui efeito dúplice em relação à dentina esclerosada, ou seja, que a presença de túbulos dentinários indica a ausência de dentina esclerosada e vice-versa.

Os resultados deste experimento confirmam os achados de Mjör *et al.* (2001) e Thaler *et al.* (2008), em relação à irregularidade da estrutura dentinária do terço apical dos canais radiculares.

Os achados da presença da dentina esclerosada em todas as paredes dos canais radiculares no terço apical (Tipo VII) e a dentina esclerosada entre as áreas com túbulos dentinários (unipolar, bipolar, tripolar, tetrapolar e semitotal) podem ser explicados como resultado de agressões que o dente eventualmente possa ter sofrido durante sua presença na cavidade bucal. As agressões como cárie, abrasão, atrição, trauma de oclusão, entre outras podem desencadear um mecanismo de defesa do complexo dentina-polpa que oblitera os túbulos dentinários e provoca a presença da dentina translúcida e ou esclerosada, principalmente no terço apical dos dentes.

Os dentes submetidos ao estresse, durante sua presença na cavidade bucal, respondem com a formação de dentina esclerosada e isso deve ser entendido como mecanismo de defesa.

Observa-se que a presença de dentina esclerosada de forma predominante no terço apical dos canais radiculares é um fator relacionado com a idade e uso do dente (CARRIGAN *et al.*, 1984; KINNEY *et al.*, 2005; THALER *et al.*, 2008; KAKOLI *et al.*, 2009).

Em estudo microbiológico, Kakoli *et al.* (2009) salientaram que a profundidade de penetração de micro-organismos nos túbulos dentinários não era distribuída de forma uniforme e o número de túbulos contaminados variava de acordo com o grupo dental e os terços dos canais radiculares avaliados.

Com base na presença de dentina esclerosada, transparente e com obliteração dos túbulos dentinários no terço apical dos canais radiculares, pode-se salientar que os dentes estudados não são modelos ideais de corpos-de-prova para pesquisas em microbiologia.

O baixo número de túbulos dentinários e a estrutura irregular da dentina esclerosada (Figura 5G) resultam em um problema para os cimentos adesivos de obturação dos canais radiculares, quando comparados às estruturas do terço cervical e médio dos canais radiculares, que apresentam maior número de túbulos por unidade de área.

Como o terço apical dos dentes estudados apresenta alta porcentagem de dentina esclerosada (Tabela V – efeito dúplice) com menor número de túbulos, pode-se inferir que, posto que a adesão dos cimentos resinosos depende marcadamente da camada híbrida, o uso de substâncias (soluções) desmineralizantes e ou quelantes é de importância fundamental para expor fibras colágenas e promover a adesão.

Sendo assim, o tratamento das paredes dos canais radiculares com soluções quelantes constitui-se em fator importante para expor colágeno e promover melhor adesão do cimento obturador.

Mjör *et al.* (2001) demonstraram que, no terço apical dos canais radiculares, há cerca de 14400 túbulos por mm² e a esclerose dentinária reduz significativamente este número. Essas densidades são menores das que são encontradas na dentina do terço coronário, que varia em torno de 57400 por mm² e, no terço médio dos canais radiculares está em torno de 40000 por mm². Ocorre mineralização gradual da dentina intratubular com a mudança da idade o que pode resultar em completa obliteração dos túbulos dentinários (MJÖR, 2009).

Assim, destaca-se que o terço apical tem muito menos túbulos dentinários disponíveis para a penetração da resina e formação de *tags* do que o terço médio e coronário das paredes dos canais radiculares.

Mjör (2009) salienta que, nos canais radiculares nos quais os túbulos tornam-se mineralizados, forma-se a dentina transparente com poucos túbulos o que afeta a sua permeabilidade.

Ainda Mjör (2009) salienta a existência de dois diferentes mecanismos básicos para a oclusão dos túbulos dentinários: um mecanismo vital que envolve o gradual fechamento dos túbulos dentinários sob controle dos odontoblastos; um mecanismo para a oclusão dos túbulos

dentinários é a precipitação físico-química de depósitos de sais minerais dentro dos túbulos. Assim, esses dois mecanismos resultam na diminuição da permeabilidade dentinária. Essa reação de obliteração dos túbulos dentinários representa importante fator de defesa contra os agentes nocivos, portanto reduz a permeabilidade dentinária.

A realização deste trabalho abre perspectivas para novas pesquisas, entre elas:

- a) verificar como ocorre a adesão dos cimentos resinosos no terço apical dos canais radiculares e a formação da camada híbrida ou a presença de *tags*;
- b) estudar a permeabilidade dentinária e a classificação da distribuição tubular no terço apical dos canais radiculares dos dentes molares superiores e inferiores;
- c) avaliar a permeabilidade dentinária apical em diferentes faixas etárias a fim de correlacionar a idade *x* permeabilidade.

CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A permeabilidade das paredes dos canais radiculares no terço apical varia de 4,60% a 16,66% da área da dentina.
- 1.1 Os dentes caninos superiores (4,60%), segundo pré-molar inferior (4,80%), primeiro pré-molar inferior (5,71%) e o incisivo central superior (6,70%) apresentaram menor permeabilidade no terço apical e os dentes incisivos centrais inferiores (16,66%) e incisivos laterais inferiores (16,66%) apresentaram maior permeabilidade no terço apical.
- 1.2 Os dentes primeiro pré-molar superior raiz palatina (13,42%) e raiz vestibular (12,37%), canino inferior (10,77%), segundo pré-molar superior (8,08%) e o incisivo lateral superior (7,67%) apresentaram permeabilidade numa situação intermediária entre os grupos de maior e menor permeabilidade dentinária no terço apical dos canais radiculares.
- 2. A observação da distribuição dos túbulos dentinários nas paredes dos canais radiculares no terço apical possibilitou seu agrupamento em 7 tipos diferentes, desde os que não apresentam túbulos (dentina esclerosada) até aqueles com distribuição uniforme total ao redor de toda luz do canal radicular.
- 2.1 A distribuição dos túbulos de modo bipolar, ou seja, na vestibular e lingual das paredes dentinárias, foi o tipo mais encontrado em todos os dentes, com variação de 10,0% (incisivo lateral superior) a 70,0% (segundo pré-molar superior) dos casos.
- 2.2 No terço apical dos pré-molares superiores tanto na raiz vestibular como na palatina como nos caninos inferiores não foi observada distribuição tubular tripolar (Tipo V) e tetrapolar (Tipo VI).
- 2.3 A distribuição dos túbulos dentinários, denominada de unipolar (Tipo III), foi encontrada em todos os dentes com incidência entre 10,0% (segundo pré-molar superior) e 47,5% (incisivo central superior).
- 2.3.1 A presença da distribuição tubular unipolar evidencia poucos túbulos e muita dentina esclerosada.

- 3. A dentina esclerosada pode ser observada nos casos de distribuição, unipolar, bipolar, tripolar, tetrapolar e, ainda, na distribuição semitotal e a maior incidência nos casos em que não ocorreu penetração dos íons cobre (Tipo VII), evidenciando caráter dúplice, ou seja, a presença desse indicador significa a presença de túbulos dentinários e ausência de dentina esclerosada.
- 3.1 Nos terços apicais estudados, observou-se que, nos casos de distribuição tubular unipolar, bipolar, tripolar e tetrapolar, bem como na distribuição semitotal há presença de dentina esclerosada.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

BAUMGARTNER, J. C.; JOHAL, S.; MARSHALL, G. Comparison of the antimicrobial efficacy of 1,3% NaOCl/BioPure MTAD to 5,25% NaOCl/15% EDTA for canal irrigation. **Journal of Endodontics**, v. 33, n. 1, p. 48-51, 2007.

BEUST, T.B. A contribution of the study of immunity to dental caries. **Dental Cosmos.** v. 54, n. 5, p.659-663, 1912.

BEUST, T.B. Reactions of the dentinal fibril to external irritation. **Journal American Dental Association**, v.18, n.6, p.93-96, 1931.

BEUST, T.B. Permeability test on teeth with pulpar involvement. **Journal Dental Research.**, v.14, n.2, p.93-96, 1934.

BÖDECKER, C.F.; APPLEBAUM, E. The variable permeability of the dentin and its relation to operative dentistry. **Dental Cosmos**, v.75, n.1, p.21-31, 1933.

BRÄNNSTRÖM, M.; NYBORG, H. The presence of bacteria in cavities filled with silicate cement and composite resin materials. **Swedish Dental Journal**, v.64, p. 149-155, 1971.

BRÄNNSTRÖM, M.; GARBEROGLIO, R. Occlusion of dentinal tubules under superficial attrited dentine. **Swedish Dental Journal**, v.4, n.3, p.87-91, 1980.

BRUGNERA-JUNIOR, A.; ZANIN, F; BARBIN, E. L.; SPANÓ, J. C.; SANTANA, R.; PÉCORA, J. D. Effects of Er:YAG and Nd:YAG laser irradiation on radicular dentine permeability using different irrigating solutions. **Lasers Surgery and Medicine**, v. 33, n. 4, p. 256-259, 2003.

CARRASCO, L. D.; FRÖNER, I. C.; CORONA, S. A. M.; PÉCORA, J. D. Effect of internal bleaching agents on dentinal permeability of non-vital teeth: quantitative assessment. **Dental Traumatology**, v. 19, n. 2, p. 85-89, 2003.

CARRASCO, L. D.; GUERISOLI, D. M. Z.; PÉCORA, J. D.; FRÖNER, I. C. Evaluation of dentin permeability after light activated internal dental bleaching. **Dental Traumatology**, v. 23, n. 1, p. 30-34, 2007.

CARRIGAN, P. J.; MORSE, D. R.; FURST, M. L.; SINAI, I. H. Scanning electron microscope evaluation of human dentinal tubules according to age and location. **Journal of Endodontics,** v. 11, n. 8, p. 359-63, 1984.

COHEN, S.; STEWART, G.G.; LASTER, L.L. The effects of acids, alkalies, and chelating agents on dentine permeability. **Oral Surgery,** v.29, n.4, p.631-4, Apr. 1970.

COHEN, S.; HARGREAVES, K. M. Caminhos da polpa. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

CRUZ-FILHO, A. M.; MARCHESAN, M. A.; SOUSA-FILHO, C. B.; SILVA-SOUSA, Y. T. C. SOUSA-NETO, M. D. Smear layer removal and chelated calcium ion quantification of three irrigating solution. **Brazilian Dental Journal**, v.17, n.4, p.306-309, 2006.

CZONSTKOWSKY, M.; WILSON, E.G.; HOLSTEIN, F.A. The *Smear Layer* in Endodontics. **Dental Clinic North American,** v.34, n.1, p.13-25, Jan. 1990.

FEIGL, F. Spot test in organic analysis. Amsterdan: Elsevier, 1958.

FRÓIS, I.M.;RENBERG,A.M.; ROBAZZA, C.R.C.; COSTA, W.F. & ANTONIAZZI, J.H. Permeabilidade da Dentina Radicular: um novo método de avaliação. **Revista Paulista de Endodontia,** v. 2, n. 4, p. 77-83, 1981.

GIACHETTI, L.; ERCOLANI, E.; BAMBI, C.; LANDI, D. Sclerotic dentin: aetio-pathogenetic hypotheses. **Minerva Stomatologica.**, v. 51, n. 7-8, p. 285-292, 2002.

GOING, R. E. Cavity liners and dentin treatment. **Journal Americam Dental Association,** v. 69, n. 4, p. 415-422, 1964.

GRAYSON, W; MARSHALL, J. R.; Dentin: Microstructure and characterization. **Quintessence International,** v. 24, n. 9, p. 606-616, 1993.

GUERISOLI, D. M. Z.; MARCHESAN, M. A.; WALMSLEY, A. D.; LUMLEY, P. J.; PÉCORA, J. D. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. **International Endodontic Journal,** v. 35, n. 5, p. 418-421, 2002.

GULABIVALA, K.; PATEL, B.; EVANS, G.; YUAN-LING, N. G. Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. **Endodontic Topics,** v. 10, p. 103-122, 2005.

HAMPSON, E. L.; ATKINSON, A. M. The relation between drugs used in root canal therapy and permeability of the dentine. **British Dental Journal**, v. 116, n. 12, p.546-50, 1964.

HANAZAWA, K. A study of the minute structure of dentin, especially of the relation between the dentinal tubules and fibrils. **Dental Cosmos**, v.59, n.3, p.271-300, 1917.

HAAPASALO, M.; ØRSTAVIK, D. *In vitro* infection and disinfection of dentinal tubules. **Journal Dental Research,** v. 66, p. 1375-1379, 1987.

HÜLSMANN, M.; HECKENDORFF, M.; LENNON, A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indication for their use. **International Endodontic Journal,** v. 36, n. 12, p. 810-830, 2003.

INGLE, J.I. Endodontics. Philadelphia: Lea & Febriger, 1965.

KAKOLI, P.; NANDAKUMAR, R.; ROMBERG, E.; AROLA, D.; FOUAD, A. F. The effect of age on bacterial penetration of radicular dentin. **Journal of Endodontics**, v. 35, n.2, p. 78-81, 2009.

KINNEY, J. H.; NALLA, R. K.; POPLE, J. A.; BREUNIG, T. M.; RITCHIE, R. O. Agerelated transparent root dentin: mineral concentration, crystallite size and mechanical properties. **Biomaterials.** V.26, p.3363-3376, 2005.

LILLO, L; PIERLEONI, F.; PAGAVINO, G. In tema di sclerosi tubulare. **Minerva Stomatologica,** n. 41, p. 491-497, 1992.

LOVE, R. M. Regional variation in root dentinal tubule infection by streptococcus gordonii. **Journal of Endodontics,** v. 22, n. 06, 1996.

M'QUILLEN, J. H. M. Microscopic study of dental tissues. **Dental Cosmos**, v.7, n.9, p.449-55, 1866.

MADER, C.L.; BAUMGARTNER, C.; PETERS, D.D. Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. **Journal of Endodontics,** v.10. n.10, p.477-83, 1984.

MANNOCCI, F.; PILECKI, P.; BERTELLI, E.; WATSON, T. F. Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. **Dental Materials**, v. 20, p. 293-296, 2004.

MARCHESAN, M. A.; BRUGNERA JUNIOR, A.; OZORIO, J. E.; PECORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D. Effect of 980-Nanometer Diode Laser on root canal permeability after dentin treatment with different chemical solutions. **Journal of Endodontics,** v. 34, n.6, p. 721-724, 2008.

MARENDING, M.; LUDER, H. U.; BRUNNER, T. J.; KNECHT, S.; STARK, W. J.; ZEHNDER, M. Effect of sodium hypochlorite on human root dentine – mechanical, chemical and structural evaluation. **International Endodontic Journal,** v. 40, n. 10, p. 786-793, 2007.

MARSHALL, J. F.; MASSLER, M.; DUTE, H. L. Effects of endodontic treatments on permeability of root dentine. **Oral Surgery**, v. 13, n. 2, p. 208-223, 1960.

MARTIN, N. D. The permeability of the dentine to using the direct tissue autoradiography technique. **Oral Surgery**, v. 4, n. 11, p. 1461-1464, 1951.

McCOMB, D.; SMITH, D.C. A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after endodontic procedures. **Journal of Endodontics**, v.1, n.7, p.238-42, July 1975.

MJÖR, I. A. Effects of operative procedures on the dentin and the pulp-dentin interface. **Proceeding of Symposium on Dental Pulp.** Michigan School of Dentistry, p.32-52, 1982.

MJÖR, I. A.; SMITH, M. R.; FERRARI, M.; MANNOCCI, F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. **International Endodontic Journal,** v. 34, p. 346-353, 2001.

MJÖR, I. A. Dentin Permeability: The basis for understanding pulp reactions and adhesive technology. **Brazilian Dental Journal**, v. 20, n.1, p. 3-16, 2009.

MOURA, A. A. M.; PROKOPOWITSH, I.; AUN, C. E.; LUTFI FILHO, M. Análise in vitro da permeabilidade dentinária radicular em dentes instrumentados com e sem o uso de EDTA C. **Revista Paulista Odontologia,** v.10, n.6, p.18-27, 1988.

ØRSTAVIK, D.; QVIST, V.; STOLTZE, K. A multivariate analysis of the outcome of endodontic treatment. **European Journal Oral Science**, v. 112, p. 224-230, 2004.

PAQUÉ, F.; LUDER, H. U.; SENER, B.; ZEHNDER, M. Tubular Sclerosis rather than the smear layer removal impedes dye penetration in dentine of endodontically instrumented root canals. **International Endodontic Journal,** v. 39, n. 1, p. 18-25, 2006.

PASHLEY, D. H.; LIVINGSTON, M. J. Effect of molecular size on permeability coefficients in human dentine. **Archives Oral Biology**, v. 23, n. 5, p. 391-395, 1978.

PASHLEY, D. H.; LIVINGSTON, M. J.; REEDER, O. W., HORNER, J. Effect of the degree of tubule occlusion on the permeability of human dentine. **Archives Oral Biology,** v. 23, n. 12 p. 1127-1133, 1978.

PASHLEY, D. H.; MICHELIN, V.; KERL, M. S. Dentin permeability: Effects of smear layer removal. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 46, n. 5, p. 531-537, 1981.

PASHLEY, D. H. Dentin-predentin complex and its permeability: Physiologic overview. **Journal Dental Research**, v. 64, n. 4, p. 613-20, 1985.

PASHLEY, D. H. Dentin permeability: theory and practice. In: Experimental Endodontics. **CRC. Press**, p. 19-50, 1990.

PÉCORA, J. D.; COSTA, W. F.; CAMPOS, G. M.; ROSELINO, R. B. Presentation of a histochemical method for the study of root dentine permeability. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, v. 1, n. 2, p. 3-9, 1987.

PÉCORA, J. D.; SOUSA-NETO, M. D.; SAQUY, P. C.; SILVA, R. G.; CRUZ FILHO, A. M. Effect of Dakin's and EDTA solutions on dentin permeability of root canals. **Brazilian Dental Journal**, v.4, n.2, p.79-84, 1993.

PÉCORA, J. D.; CAPELLI, A.; SEIXAS, F. H.; MARCHESAN, M. A.; GUERISOLI, D. M. Z. Biomecânica Rotatória: Realidade ou futuro? **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentistas,** v. 56, n. 3, p. 4-6, 2002.

PÉCORA, J. D.; CAPELLI, A.; BRUGNERA JUNIOR, A.; SEIXAS, F. H. MARCHESAN, M. A.; GUERISOLI, D. M. Z. In vitro evaluation of smaer layer removal of root canals by irradiation with Er;YAG laser after Ni-Ti rotary instrumentation. **Progress in Biomedical Optics and Imaging**, v.4, n.2, p.170-175, 2003.

PÉCORA, J. D.; RIBEIRO, R. G.; MARCHESAN, M. A.; BRUGNERA -JÚNIOR, A. Effect of instrumentation with different irrigating solutions and with or without Er:YAG laser irradiation on radicular dentine permeability. **Progress in Biomedical Optics and Imaging,** San Jose, California, USA, v. 05, n. 02, p. 114-117, 2004.

PRATTI, C. What is the clinical relevance of in vitro dentine permeability tests? **Journal of Dentistry,** v. 22, p.83-88, 1994.

ROBAZZA, C. R. C. Contribuição "in vitro" da permeabilidade dentinária radicular quando do emprego de algumas substâncias de uso endodôntico. 1973. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 1973.

SCELZA, M. F.; PIERRO, V.; SCELZA, P.; PEREIRA, M. Effect of three different time periods of irrigation with EDTA-T, EDTA and citric acido n smear layer removal. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics,** v. 98, n. 4, p. 499-503, 2004.

SHOVELTON, D. S. The presence and distribution of micro organisms within non-vital teeth. **British. Dental Journal,** v. 117, n. 3, p. 101-107, 1964.

SMITH, L. V.; VINCENSO, J. P. D. A new *in vitro* technique for studies on tooth permeability. **Archives Oral Biology,** v. 13, n. 5, p. 1057-1065, 1968.

SPANÓ, J. C. E.; BARBIN, E. L.; SANTOS, T. C.; GUIMARÃES, L. F.; PÉCORA, J. D. Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physico-chemical properties of resulting liquid. **Brazilian Dental Journal,** v. 12, n. 3, p. 154-179, 2001.

SPANÓ, J. C. E.; SILVA, R. G. GUEDES, D. F. F.; SOUSA-NETO, M. D.; ESTRELA, C.; PÉCORA, J. D. Atomic absorption spectrometry and scanning electron microscopy evaluation of concentration of calcium ions and smear layer removal with root canal chelators. **Journal of Endodontics,** v. 35, n. 5, p. 727-730, 2009.

SOUSA-NETO, M. D.; PASSARINHO NETO, J. G.; CARVALHO JUNIOR, J. R.; CRUZ-FILHO, A. M.; PÉCORA, J. D.; SAQUY, P. C. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhsiveness and microleakage with different root canal sealers. **Brazilian Dental Journal,** v. 13, n. 2, p. 123-128, 2002.

TAY, F. R.; PASHLEY, D. H.; LOUSHINE, R. J.; DOYLE, M. D.; GILLESPIE, W. T.; WELLER, R. N.; KING, N. M. Ultrastructure of smear layer covered intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. **Journal of Endodontics**, v. 32, n. 3, p. 218-221, 2006.

THALER, A.; EBERT, J.; PETSCHELT, A.; PELKA, M. Influence of tooth age and root section on root dentine dye penetration. **International Endodontic Journal,** v. 41, n. 12, p. 1115-1122, 2008.

TEN CATE, A. R. **Histologia bucal:** desenvolvimento, estrutura e função. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.

TURNER, C.R. Histologia de los dientes humanos. In: JOHNSON, C. N. La practica Odontologica. Barcelona, Labor, p.65-69, 1927.

VASILIADIS, L.; DARLING, A. I.; LEVERS, B. G. The amount and distribution of sclerotic human root dentine. **Archives Oral Biology,** v. 28, n. 7, p. 645-649, 1983.

WACH, E. C.; HAUPTFUEHRER, J. D.; KESEL, R. G. Endodontic significance of the penetration of S labeled penicillin in extracted human teeth. **Oral Surgery**, v. 8, n. 1, p. 639-648, 1955.

WAKABAYASHI, H.; MATSUMOTO, K.; NAKAMURA, Y.; SHIRASUKA, T. Morphology of the root canal wall and arrangement of underlying dentinal tubules. **International Endodontic Journal,** v. 26, p. 153-158, 1993.

WALKER, A. A definite and dependable therapy for pulpless teeth. **Journal American Dental Association,** v.23, n.2, p.1418-25, 1936.

WHITTAKER, D. K.; KNEALE, M. J. The dentine-predentine interface in human teeth. A scanning electron microscopy study. **British. Denta Journal,** v. 146, n. 1, p. 43-46, 1979.

WAINWRIGHT, W. W.; LEMOINE, F. A. Rapid diffuse penetration of intact enamel and dentin by carbon¹⁴ – labeled urea. **Journal American Dental Association,** v.41, n.2, p.135-145, 1950.

YAMADA, R.S.; ARMAS, A.; GOLDMAN, M.; LIN, S.P.A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part 3. **Journal of Endodontics,** v.9, n.4, p.137-42, 1983.

ZUOLO, M.; MURGEL, C.A.F.; PÉCORA, J.D.; ANTONIAZZI, J.H.; COSTA, W.F. Ação do EDTA e suas associações com tensoativos na permeabilidade da dentina radicular. **Revista de Odontolgia da USP**,v.1,n.4,p.18-23,1987.

APÊNDICES

APÊNDICE A: INCISIVO CENTRAL SUPERIOR

		Dente 01		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	12	12	0
02	1	32	33	3
03	4	36	40	10
04	2	32	34	5,9
05	2	32	34	5,9
	M	édia	l	5,0

	Dente 02				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	3	22	25	12	
02	7	32	39	17,9	
03	8	42	50	16,0	
04	11	41	52	21,2	
05	15	59	74	20,3	
	Média			17,5	

		Dente 03		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	2	15	17	11,8
02	2	36	38	5,3
03	1	29	30	3,3
04	6	42	48	12,5
05	2	35	37	5,4
	M	édia	•	7,7

	Dente 04				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	15	16	6,25	
02	0	21	21	0	
03	1	20	21	4,76	
04	2	29	31	6,45	
05	6	42	48	12,5	
	Mo	édia		5,99	

Dente 05				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%
01	2	13	15	13,33
02	2	30	32	6,25
03	0	10	10	0
04	1	20	21	4,76
05	4	29	33	12,12
	M	édia		7,29

Dente	06			
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	10	10	0
02	0	21	21	0
03	3	29	32	9,38
04	1	25	26	3,85
05	0	20	20	0
	M	Média		

		Dente 07		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	11	11	0
02	0	25	25	0
03	1	28	29	3,45
04	4	41	45	8,89
05	0	28	28	0
	Média			

		Dente 08			
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	17	18	5,56	
02	2	32	34	5,88	
03	2	37	39	5,13	
04	2	41	43	4,65	
05	2	47	49	4,08	
	Média				

APÊNDICE B: INCISIVO LATERAL SUPERIOR

		Dente 01			
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	17	18	5,6	
02	3	25	28	10,7	
03	2	30	32	6,3	
04	6	38	44	13,6	
05	6	81	87	6,9	
	Média				

	Dente 02				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	17	18	5,6	
02	4	20	24	16,7	
03	3	29	32	9,4	
04	4	32	36	11,1	
05	5	40	45	11,1	
	Média				

	Dente 03				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	3	29	32	9,4	
02	7	33	40	17,5	
03	7	41	48	14,6	
04	6	42	48	12,5	
05	9	49	58	15,5	
	Média				

		Dente 04			
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	3	14	17	17,6	
02	1	19	20	5,0	
03	2	24	26	7,7	
04	1	22	23	4,3	
05	4	32	36	11,1	
	Média				

		Dente 05		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	20	20	0
02	0	29	29	0
03	2	32	34	5,9
04	2	54	56	3,6
05	6	64	70	8,6
	Me	édia		3,6

	Dente 06				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	16	17	5,9	
02	2	18	20	10	
03	3	20	23	13	
04	6	24	30	20	
05	4	39	43	9,3	
	Média				

	Dente 07				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	7	7	0	
02	0	9	9	0	
03	0	12	12	0	
04	0	18	18	0	
05	1	23	24	4,2	
	Média				

		Dente 08		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%
01	0	15	15	0
02	0	17	17	0
03	0	19	19	0
04	1	27	28	3,6
05	3	25	28	10,7
	Média			

APÊNDICE C: CANINO SUPERIOR

Dente 01					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	8	8	0	
02	0	12	12	0	
03	0	19	19	0	
04	3	19	22	13,6	
05	6	27	33	18,2	
	Média				

		Dente 02		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	1	19	20	5,0
02	0	19	19	0,0
03	0	25	25	0,0
04	1	25	26	3,8
05	1	26	27	3,7
	Média			

	Dente 03					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)		
01	0	18	18	0,0		
02	0	18	18	0,0		
03	2	19	21	9,5		
04	0	19	19	0,0		
05	0	22	22	0,0		
	Média					

	Dente 04					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)		
01	0	11	11	0,0		
02	1	10	11	9,1		
03	1	13	14	7,1		
04	2	22	24	8,3		
05	1	10	11	9,1		
	Média					

Dente 05					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	6	6	0,0	
02	1	9	10	10,0	
03	1	9	10	10,0	
04	1	14	15	6,7	
05	1	21	22	4,5	
	Me	édia		6,2	

	Dente 06					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)		
01	0	8	8	0,0		
02	1	9	10	10,0		
03	1	15	16	6,3		
04	1	10	11	9,1		
05	1	13	14	7,1		
	Média					

	Dente 07					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)		
01	1	13	14	7,1		
02	1	16	17	5,9		
03	0	22	22	0,0		
04	0	29	29	0,0		
05	2	31	33	6,1		
	Mo	édia		3,8		

Dente 08					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%	
01	1	9	10	10,0	
02	0	10	10	0,0	
03	1	25	26	3,8	
04	0	14	14	0,0	
05	0	22	22	0,0	
	M	édia		2,8	

APÊNDICE D: 1°. PRÉ-MOLAR SUPERIOR

Raiz Vestibular

		Dente 01		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	8	8	0,0
02	0	9	9	0,0
03	0	11	11	0,0
04	1	15	16	6,3
05	2	18	20	10,0
	M	édia		3,3

		Dente 02		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	1	6	7	14,3
02	2	8	10	20,0
03	3	12	15	20,0
04	4	13	17	23,5
05	5	14	19	26,3
	Média			

		Dente 03		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	9	9	0,0
02	3	14	17	17,6
03	3	18	21	14,3
04	5	15	20	25,0
05	4	19	9	17,4
	Média			

	Dente 04					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)		
01	1	12	13	7,7		
02	1	20	21	4,8		
03	5	28	33	15,2		
04	9	32	41	22,0		
05	8	35	43	18,6		
	Média					

	Dente 05				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	15	15	0,0	
02	1	12	13	7,7	
03	1	20	21	4,8	
04	5	24	29	17,2	
05	6	26	32	18,8	
	Me	édia		9,7	

		Dente 06		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	10	10	0,0
02	0	10	10	0,0
03	4	12	16	25,0
04	6	12	18	33,3
05	5	14	19	26,3
	Média			

Dente 07				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	1	17	18	5,6
02	1	20	21	4,8
03	4	23	27	14,8
04	7	21	28	25,0
05	4	28	32	12,5
	M	édia		12,5

Dente 08				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%
01	1	15	16	6,3
02	0	18	18	0,0
03	2	28	30	6,7
04	4	29	33	12,1
05	4	31	35	11,4
	M	édia		7,3

Raiz Palatina

		Dente 01		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	1	14	15	6,7
02	1	8	9	11,1
03	1	17	18	5,6
04	1	24	25	4,0
05	0	16	16	0,0
	Mé	édia		5,5

		Dente 02		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	2	13	15	13,3
02	3	15	18	16,7
03	8	27	35	22,9
04	7	21	28	25,0
05	8	21	29	27,6
	M	édia		21,1

		Dente 03		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	1	11	12	8,3
02	0	9	9	0,0
03	5	16	21	23,8
04	5	13	18	27,8
05	5	15	20	25,0
	Mé	edia		17,0

	Dente 04				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	9	9	0,0	
02	3	9	12	25,0	
03	1	16	17	5,9	
04	6	26	32	18,8	
05	8	28	36	22,2	
	Mé	édia	ı	14,4	

	Dente 05				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	12	12	0,0	
02	1	24	25	4,0	
03	3	26	29	10,3	
04	2	27	29	6,9	
05	2	28	30	6,7	
	Mé	édia		5,6	

	Dente 06				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	5	15	20	25,0	
02	6	29	35	17,1	
03	6	20	26	23,1	
04	6	15	21	28,6	
05	4	22	26	15,4	
	Mé	edia		21,8	

Dente 07				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	7	7	0,0
02	1	12	13	7,7
03	3	21	24	12,5
04	7	18	25	28,0
05	6	20	26	23,1
	Mé	edia		14,3

Dente 08				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	1	8	9	11,1
02	4	13	17	23,5
03	5	15	20	25,0
04	10	25	35	28,6
05	7	12	19	36,8
	M	édia		25,5

APÊNDICE E: 2°. PRÉ-MOLAR SUPERIOR

	Dente 01				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	9	59	68	13,2	
02	10	77	87	11,5	
03	8	63	71	11,3	
04	6	46	52	11,5	
05	5	34	39	12,8	
	Média				

	Dente 02				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	6	42	48	12,5	
02	5	36	41	12,2	
03	3	35	38	7,9	
04	6	27	33	18,2	
05	3	32	35	8,6	
	Média				

	Dente 03				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	2	52	54	3,7	
02	5	63	68	7,4	
03	4	73	77	5,2	
04	6	87	93	6,5	
05	8	72	80	10,0	
	Média				

	Dente 04				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	2	17	19	10,5	
02	1	23	24	4,2	
03	4	31	35	11,4	
04	4	39	43	9,3	
05	5	42	47	10,6	
	Média				

Dente 05				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	3	42	45	6,7
02	3	33	36	8,3
03	3	23	26	11,5
04	3	35	38	7,9
05	3	45	48	6,3
	M	édia		8,1

	Dente 06				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	27	28	3,6	
02	3	38	41	7,3	
03	3	45	48	6,3	
04	6	55	61	9,8	
05	9	57	66	13,6	
	Média				

Dente 07				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	21	21	0,0
02	2	38	40	5,0
03	2	40	42	4,8
04	2	62	64	3,1
05	4	70	74	5,4
	M	édia		3,7

	Dente 08				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	19	19	0,0	
02	1	19	20	5,0	
03	3	29	32	9,4	
04	2	30	32	6,3	
05	2	40	42	4,8	
	Média				

APÊNDICE F: INCISIVO CENTRAL INFERIOR

	Dente 01				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	11	12	8,3	
02	4	21	25	16,0	
03	7	25	32	21,9	
04	4	21	25	16,0	
05	7	25	32	21,9	
	Média				

	Dente 02				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	2	14	16	12,5	
02	2	19	21	9,5	
03	4	23	27	14,8	
04	6	27	33	18,2	
05	4	25	29	13,8	
	Me	édia		13,8	

	Dente 03				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	2	8	10	20,0	
02	4	12	16	25,0	
03	4	17	21	19,0	
04	5	28	33	15,2	
05	7	31	38	18,4	
	Média				

	Dente 04				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	2	15	17	11,8	
02	8	41	49	16,3	
03	5	21	26	19,2	
04	9	41	50	18,0	
05	7	25	32	21,9	
	Média				

Dente 05				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%
01	0	10	10	0,0
02	9	23	32	28,1
03	3	16	19	15,8
04	7	18	25	28,0
05	4	15	19	21,1
	M	édia		18,59

	Dente 06				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	6	25	31	19,4	
02	2	17	19	10,5	
03	2	14	16	12,5	
04	3	20	23	13,0	
05	2	20	23	8,7	
	Média				

	Dente 07				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	4	11	15	26,7	
02	2	17	19	10,5	
03	5	21	26	19,2	
04	3	27	30	10,0	
05	4	28	32	12,4	
	Média				

		Dente 08		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	8	20	28	28,6
02	8	23	31	25,8
03	3	14	17	17,6
04	4	15	19	21,1
05	0	12	12	0,0
	M	édia		18,62

APÊNDICE G: INCISIVO LATERAL INFERIOR

Dente 01				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	3	20	23	13,0
02	2	11	13	15,4
03	7	24	31	22,6
04	14	29	43	32,6
05	11	26	37	29,7
	M	édia		22,7

	Dente 02				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	4	15	19	21,1	
02	7	19	26	26,9	
03	7	26	33	21,2	
04	7	35	42	16,7	
05	10	27	37	27,0	
	Média				

	Dente 03				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	7	24	31	22,6	
02	5	18	23	21,7	
03	12	51	63	19,0	
04	7	34	41	17,1	
05	11	43	54	20,4	
	Média				

	Dente 04				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	4	25	29	13,8	
02	4	33	37	10,8	
03	4	33	37	10,8	
04	4	31	35	11,4	
05	3	23	26	11,5	
	Média				

		Dente 06		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%
01	1	28	29	3,4
02	1	19	20	5,0
03	4	27	31	12,9
04	10	36	46	21,7
05	6	37	43	14,0
	M	édia		11,4

Dente 07				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	1	20	21	4,8
02	4	38	42	9,5
03	2	37	39	5,1
04	2	29	31	6,5
05	4	38	42	9,5
	Mé	édia		7,1

	Dente 08				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	4	14	18	22,2	
02	3	18	21	14,3	
03	3	22	25	12,0	
04	4	14	18	22,2	
05	3	22	25	12,0	
	Média				

APÊNDICE H: CANINO INFERIOR

	Dente 01				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	33	33	0,0	
02	3	21	24	12,5	
03	10	44	54	18,5	
04	4	10	14	28,6	
05	4	42	46	8,7	
	Média				

		Dente 02		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	21	21	0,0
02	7	46	53	13,2
03	3	32	35	8,6
04	3	42	45	6,7
05	1	14	15	6,7
	Mé	édia	1	7,0

		Dente 03		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	7	51	58	12,1
02	3	40	43	7,0
03	1	40	41	2,4
04	5	38	43	11,6
05	2	31	33	6,1
	Média			7,8

		Dente 04		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	3	13	16	18,8
02	2	22	24	8,3
03	3	26	29	10,3
04	3	37	40	7,5
05	6	39	45	13,3
	Me	édia		11,7

Dente 05				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%
01	2	7	9	22,2
02	3	25	28	10,7
03	4	43	47	8,5
04	3	25	28	10,7
05	7	53	60	11,7
	M	édia		12,8

		Dente 06		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	6	6	0,0
02	1	11	12	8,3
03	2	20	22	9,1
04	4	25	29	13,8
05	7	33	40	17,5
	Média			9,7

		Dente 07		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	26	26	0,0
02	3	17	20	15,0
03	4	27	31	12,9
04	11	30	41	26,8
05	4	27	31	12,9
	Mo	édia		13,5

Dente 08				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	7	32	39	17,9
02	4	27	31	12,9
03	3	17	20	15,0
04	1	23	24	4,2
05	0	20	20	0,0
	M	édia		10,0

APÊNDICE I: 1°. PRÉ-MOLAR INFERIOR

		Dente 01		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	20	20	0,0
02	0	26	26	0,0
03	4	34	38	10,5
04	0	15	15	0,0
05	3	27	30	10,0
	Mé	edia		4,1

		Dente 02		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	23	23	0,0
02	0	25	25	0,0
03	0	29	29	0,0
04	0	31	31	0,0
05	0	35	35	0,0
	Me	édia	•	0,0

		Dente 03		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	27	27	0,0
02	0	31	31	0,0
03	2	27	29	6,9
04	3	31	34	8,8
05	1	27	28	3,6
	Mé	edia	•	3,9

		Dente 04		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	16	16	0,0
02	2	11	13	15,4
03	2	16	18	11,1
04	3	23	26	11,5
05	5	27	32	15,6
	Mo	édia		10,7

Dente 05				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	2	4	6	33,3
02	1	11	12	8,3
03	2	20	22	9,1
04	2	7	9	22,2
05	4	27	31	12,9
	Me	édia		17,2

Dente 06					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	20	20	0,0	
02	2	21	23	8,7	
03	1	14	15	6,7	
04	3	15	18	16,7	
05	3	38	41	7,3	
	Média				

		Dente 07		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	29	29	0,0
02	0	24	24	0,0
03	3	28	31	9,7
04	3	37	40	7,5
05	5	41	46	10,9
	M	édia		5,6

	Dente 08					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)		
01	0	37	37	0,0		
02	0	27	27	0,0		
03	1	7	8	12,5		
04	1	11	12	8,3		
05	2	17	19	10,5		
	Média					

APÊNDICE J: 2°. PRÉ-MOLAR INFERIOR

Dente 01					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	1	8	9	11,1	
02	0	46	46	0,0	
03	1	12	13	7,7	
04	2	12	14	14,3	
05	1	25	26	3,8	
	7,4				

	Dente 02				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	0	11	11	0,0	
02	0	18	18	0,0	
03	3	21	24	12,5	
04	1	19	20	5,0	
05	4	38	42	9,5	
	Média				

Dente 03					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)	
01	2	10	12	16,7	
02	3	16	19	15,8	
03	3	21	24	12,5	
04	4	27	31	12,9	
05	6	33	39	15,4	
	Média				

Dente 04				
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	19	19	0,0
02	0	21	21	0,0
03	0	31	31	0,0
04	3	23	26	11,5
05	4	30	34	11,8
	Média			

		Dente 05		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%
01	0	39	39	0,0
02	0	45	45	0,0
03	0	37	37	0,0
04	2	27	29	6,9
05	3	31	34	8,8
	Média			

		Dente 06		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	4	37	41	9,8
02	2	31	33	6,1
03	0	69	69	0,0
04	0	36	36	0,0
05	1	27	28	3,6
Média			3,9	

		Dente 07		
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)
01	0	28	28	0,0
02	0	32	32	0,0
03	3	32	34	8,8
04	0	44	44	0,0
05	3	24	27	11,1
	Média			

	Dente 08					
Corte	Dentina corada	Dentina não corada	Total	Penetração(%)		
01	0	17	17	0,0		
02	0	21	21	0,0		
03	0	23	23	0,0		
04	1	11	12	8,3		
05	4	19	23	17,4		
	Média					



ANEXO A – TERMO DE APROVAÇÃO DA PESQUISA PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA, DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO¹



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Avenida do Café, s/nº - Telefone: (016) 3602-3963 14040-904 - Ribeirão Preto - SP - Brasil Fax: (016) 3633-0999

OF.CEP/331/FORP

Ribeirão Preto, 27 de agosto de 2009.

Senhor Professor

Ref.: Processo nº 2009.1.491.58.6 CAAE nº 0035.0.139.000-09

A pedido da Profa. Dra. Cláudia Helena Lovato da Silva, Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa, desta Faculdade, informamos que o referido Comitê em sua 101ª Sessão, realizada em 20 de agosto de 2009, aprovou o Projeto de Pesquisa: "Estudo da influência da esclerose dentinária na permeabilidade do terço apical de diferentes grupos dentais.".

Na oportunidade, lembramos da necessidade de entregar na Secretaria do Comitê, com o formulário preenchido pelo pesquisador responsável, os Relatórios Parciais nos dias 20 de agosto de 2010 e 20 de agosto de 2011 e o Relatório Final no dia 20 de agosto de 2012.

Atenciosamente.

Glauce Della Rosa
Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa

Ao Senhor **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora** Departamento de Odontologia Restauradora GDR/Irm

Secretária do Comitê de Ética em Pesquisa - Glauce Della Rosa - e-mail: glauce@forp.usp.br

Ao longo do desenvolvimento da pesquisa e do direcionamento do seu objeto, verificou-se a necessidade de modificação do título da pesquisa para o que consta na capa deste documento e, considerando as condições presentes para o seu desdobramento, foi possível antecipar o cronograma de apresentação dos resultados.