## UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

Estudo	morfológico e	análise da	microdureza	da dentina	na
	área de furca	de dentes	molares infer	riores	

**LUIS EDUARDO SOUZA FLAMINI** 

Ribeirão Preto 2012

### **LUIS EDUARDO SOUZA FLAMINI**

# Estudo morfológico e análise da microdureza da dentina na área de furca de dentes molares inferiores

Dissertação apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração Endodontia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho

Ribeirão Preto 2012 Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Assinatur	a do au	ıtor:		
Data:	/	/2012		

#### Ficha Catalográfica

Flamini, Luis Eduardo Souza

Estudo morfológico e análise da microdureza da dentina na área de furca de dentes molares inferiores. Ribeirão Preto, 2012.

75p.: il.; 30 cm

Dissertação de mestrado, apresentada na Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP-USP), área de concentração: Odontologia Restauradora-Endodontia.

Orientador: Cruz Filho, Antonio Miranda da

1. Microdureza. 2. Furca. 3. Molares Inferiores.

FLAMINI, L.E.S. Estudo morfológico e análise da microdureza da dentina na área de furca de dentes molares inferiores. 2012. 75p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

Α	nr	Ο۷	ac	ŀΩ	er	n.
$\overline{}$	vı	υv	au	ıu.	CI	ıı.

#### **Banca Examinadora**

Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho (Orientador)	
nstituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP	
Julgamento:	_
Assinatura:	
Prof(a). Dr(a)	
nstituição:	
Julgamento:	
Assinatura:	
Prof(a). Dr(a)	
nstituição:	
Julgamento:	
Assinatura:	





Este trabalho 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.

A **Deus**, todo poderoso e cheio de misericórdia, que ilumina o meu caminho e me abençoa diariamente com muita sabedoria, paciência e força de vontade.

Ao meu pai, **Gilvan Flamini**, grande homem e chefe de família, por todo o carinho e incentivo, pelos ensinamentos diários e pelo exemplo de não desistir nunca das dificuldades da vida.

À minha mãe, **Marta Conceição de Souza Flamini**, iluminada e exemplo de mulher, pelo imenso amor e incansável carinho e cuidado comigo, se dedicando integralmente pela minha felicidade.

À minha irmã, **Ana Carolina Souza Flamini**, amiga para todos os momentos, por todas as palavras de incentivo e por ser a irmã mais linda deste mundo.

À minha noiva e futura esposa, **Cibele Preto Magri**, meu grande amor e eterna companheira, pelo infinito amor, dedicação, compreensão, mimos e por estar ao meu lado por todos os dias de nossas vidas.

Amo muito vocês...

Agradecimentos

Ao meu amigo e orientador **Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho**, exemplo de professor e profissional, ético, responsável e extremamente dedicado. Obrigado pela sua amizade, pela confiança depositada em mim e por todos os ensinamentos e contribuição na realização desta obra. É uma honra ser seu orientado.

Ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto**, amigo e incentivador, pela confiança em meu trabalho, pela oportunidade de realização deste curso e por todos os ensinamentos diários. Obrigado por me tornar endodontista.

Ao **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, amigo e ilustríssimo mestre da endodontia, pelos incentivos, conselhos e direcionamento rumo ao sucesso profissional.

À toda **minha família e à minha noiva**, por sempre acreditarem no meu potencial. Obrigado pelo eterno carinho, amor e incentivo.

Aos queridos amigos Danilo Flamini Oliveira, Tiago Elias do Nascimento, Jorge José João Filho, Antônio Milton Preto Rodrigues, André Preto Magri, Sandro Márcio da Silva Preto, Rodrigo Áscoli Magri, Luiz Eduardo Moraes, Daniel Elias do Nascimento, Gabriel Elias do Nascimento e Danilo Balero Sorgini pelas amizades sinceras e por todos os momentos vividos juntos e intensas alegrias compartilhadas.

Aos amigos da pós-graduação Graziela Bianchi Leoni, Tiago Gilioli Varise, Polliana Vilaça da Silva, Geraldo Celso Onety, Daniel Vilela Leonel, José Antônio Brufato Ferraz, Marco Aurélio Versiani, César Lepri, Ricardo Machado, Frank Ykeda, José Estevam Vieira Osório, Breno de Souza Nantes, Rafael

Rezende Ribeiro, Marcus Vinícius de Melo Ribeiro, Kléber Campioni Dias, Emanuele Boschetti e Fernanda Plotegher pelo estímulo, ajuda e agradável convivência.

Ao amigo **Eduardo Heluany Duarte**, pela imensa ajuda na realização desta obra, sem medir esforços para contribuir com melhores resultados.

Aos professores doutores Wilson Mestriner Jr., Luís Pascoal Vansan, Débora Fernandes Costa Guedes e Ricardo Gariba da Silva, pelos conselhos e ensinamentos neste período.

Ao amigo **Rafael Brigagão de Alcântara**, em nome de quem eu agradeço a todos os amigos e funcionários da Clínica Volte a Sorrir, pelos instantes compartilhados e pelas oportunidades de crescimento profissional.

Ao funcionário e amigo **Reginaldo Santana da Silva**, incentivador e parceiro. Obrigado pela contribuição diária e companheirismo a mim dedicado.

Ao funcionário e amigo **Carlos Feitosa dos Santos**, exemplo de eficiência e dedicação, pelas inúmeras ajudas e lembretes.

Aos funcionários Luiza Godoi Pitol, Fred Augusto Farias, Rosângela Angelini, Ronivaldo Zonfrilli, Maria Amália Viesti de Oliveira e Maria Izabel Miguel, pela amizade e solicitude de sempre no Departamento de Odontologia Restauradora e nos laboratórios da FORP.

Aos secretários da pós-graduação Leandro Marin da Silva, Regiane Moi Sacilotto e Isabel Cristina Sola, pela atenção e disponibilidade quando solicitados.

Aos técnicos **Rodrigo Ferreira Silva**, da FFCLRP-USP e **Cláudia Aparecida Rodrigues**, da FCAV-Unesp Jaboticabal, pela contribuição na realização da microscopia eletrônica de varredura.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos outorgada.

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela oportunidade e acolhida diária. É uma honra concluir o mestrado nesta universidade.

A Deus, nosso Pai Celestial. Obrigado Senhor por mais esta graça alcançada!

"Não viva cada dia como se fosse o último. Viva como se fosse o primeiro." (Oscar Niemeyer)

Resumo

**FLAMINI, L. E. S. Estudo morfológico e análise da microdureza da dentina na área da furca de dentes molares inferiores**. 2012. 75p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a microdureza dentinária da região da furca de molares inferiores, assim como estudar, por meio da MEV, a morfologia da dentina nessa região. Utilizaram-se 10 espécimes, os quais tiveram a coroa seccionada transversalmente ao meio, sendo descartada a porção oclusal. As raízes mesial e distal foram cortadas próximas ao terço cervical, desprezando-se os terços médio e apical. O remanescente dental foi incluído em acrílico de rápida polimerização e cortado longitudinalmente ao meio, obtendo-se duas hemi-secções. Uma foi destinada ao estudo da morfologia, na qual observaram-se as características da dentina e o sentido dos canalículos dentinários. Na outra, realizouse a análise da microdureza, por meio de aparelho de dureza Knoop, com carga de 10g por 15s. A área de furca foi estabelecida como sendo a região compreendida entre duas retas ortogonais traçadas a partir do ponto de máxima concavidade da superfície externa da bifurcação. A microdureza foi avaliada nas camadas de dentina superficial (próxima ao assoalho), média e interna (mais próxima à concavidade externa da furca), assim como nos três eixos, mesial (paralelo à reta traçada junto à mesial da furca), central (paralela à bissetriz entre as retas) e distal (paralela à reta traçada junto à distal). Realizaram-se cinco medidas para cada eixo, obtendo-se uma média por eixo. As mensurações foram submetidas à análise estatística (oneway – ANOVA) ( $\alpha$  = 0,05). Os resultados mostraram não haver diferença significante (p>0,05) entre a dureza das porções mesial (46,5±6,4), central (47,3±8,1) e distal (49,7±6,5). Em relação às camadas, o teste de Tukey evidenciou diferença significante apenas entre as camadas interna (51,7±2,5) e externa (41,4±2,4) (p<0,05). As imagens da MEV mostraram que os canalículos dentinários assumem trajetória centrípeta em direção à porção interna. Os canalículos dentinários na camada externa apresentam-se amplos e com a luz bastante evidente. Na camada média os canalículos são mais atresiados, ao passo que na interna, a dentina assemelha-se à dentina esclerótica. Conclui-se que a microdureza dentinária na área de furca é uniforme nos 3 eixos. A camada interna é mais dura que a externa. A dentina da região de furca parece ser um tecido bastante mineralizado, tendendo a uma maior calcificação dos canalículos à medida que se aproxima da camada interna.

Abstract

**FLAMINI, L. E. S. Morphological study and analysis of the dentin microhardness in furcation areas of mandibular molars.** 75p. Master Thesis – School of Dentistry of Ribeirão Preto, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2012

The aim of this study was to evaluate the dentin microhardness in furcation areas of mandibular molars and to study the dentin morphology in these regions by scanning electron microscopy (SEM). The crows of ten specimens were transversely sectioned and the occlusal portions were discarded. The mesial and distal roots were cut near to the cervical third ignoring the middle and apical thirds. The remaining teeth were included in rapid polymerization acrylic stubs and cut longitudinally resulting in two hemi-sections. One was designed to study the morphology in which was possible to observe characteristics of the dentin and dentinal tubules direction. The other one was used to perform analysis of the microhardness using a Knopp device with load of 10g/15s. The furcation areas were established as the regions between two orthogonal lines drawn from the point of maximum concavity of the outer surface of the bifurcation. Microhardness was measured in the superficial layers of dentin (next to the floor), middle and inner (closest to the concavity of the external furcation), as well as in the three axes: mesial (parallel to the straight line along the mesial furcation), central (parallel to the bisectrix between the lines) and distal (parallel to the line drawn along the distal). Five measurements were performed for each axis yielding an average in each one. The measurements were subjected to statistical analysis (one way - ANOVA) ( $\alpha$  = 0.05). The results showed no significant difference (p> 0,05) between the microhardness of the mesial (46.5±6.4), central (47.3±8.1) and distal portions (49.7±6.5). In relation to the layers, the Tukey test showed significant differences only between the inner (51.7±2.5) and outer (41.4±2.4) layers (p <0.05). The SEM images showed that the dentinal tubules assumes centripetal trajectory toward the inner portion. These ones, in the outer layer, presents larger and more evident. In the middle layer are thinner and in the inner layer the dentin is similar to sclerotic dentin. In this study was possible to observe that the microhardness of dentin in the furcation areas is uniform across to the three axes. The inner layer is harder than the outer. The dentin of the furcation areas appears to be a very mineralized tissue having a bigger calcification as it approaches to the inner layer.

## SUMÁRIO

Introdução	01
Revista da Literatura	07
Proposição	23
Material e Método	27
Resultados	35
Discussão	51
Conclusão	59
Referências Bibliográficas	63
Anexo	73

A dentina é um tecido conjuntivo avascular, de origem mesodérmica, composta por 30% de colágeno, 45% de hidróxido-apatita e 25% de água em volume. Caracteriza-se por apresentar estrutura mineralizada dotada de inúmeros canalículos cujos no interior encontram-se prolongamentos citoplasmáticos dos odontoblastos e líquido intersticial (PASHLEY, 1985).

As paredes internas dos canalículos são revestidas por dentina hipermineralizada, denominada dentina pericanalicular. A porção compreendida entre os canalículos recebe o nome de dentina intercanalicular, a qual apresenta-se menos calcificada e com maior volume de matriz orgânica que a dentina pericanalicular (MJÖR, 1972; PASHLEY, 1985).

O número de canalículos por milímetro quadrado varia de 4.900 a 90.000. A densidade tende a aumentar na direção ápice-coroa, assim como no sentido cemento-canal radicular (MJOR & NORDAHL, 1996; TORABINEJAD et al., 2002). Estudo, por meio de microscopia eletrônica de varredura, constatou a presença de aproximadamente 45.000 canalículos por milímetro quadrado com diâmetros em torno de 2,5µm, nas proximidades do tecido pulpar. A densidade reduziu para 29.500 canalículos por milímetro quadrado com diâmetros médios de 1,2µm, a meia distância da espessura da dentina, e para 20.000 canalículos com diâmetros por volta de 0,9µm, na região próxima à junção amelo-dentinária (GARBEROGLIO & BRÄNNSTRÖM, 1976).

PASHLEY (1985) pesquisou a correlação entre a densidade dos canalículos dentinários por unidade de área e a microdureza da dentina. Constatou existir uma relação inversa entre o número de canalículos e a microdureza do tecido.

A dureza é definida, segundo a ciência dos materiais, como sendo a propriedade de um material sólido, que expressa sua resistência a deformações

permanentes. Tal propriedade está diretamente relacionada com a força de ligação dos átomos e pode ser avaliada, por meio da verificação da capacidade de um material penetrar o outro.

CRAIG et al. (1959) e RAUTIOLA & CRAIG (1961), em seus estudos, observaram que a microdureza da dentina tende a aumentar à medida que se distancia da polpa dental. Salientaram que a dentina translúcida é mais mole que a dentina normal. Esses trabalhos foram os primeiros a demonstrar a variação que ocorre na microdureza nas diferentes áreas de tecido dentinário. Os autores reforçaram que a microdureza da dentina deve ser descrita conforme a sua localização.

A microdureza dentinária radicular de incisivos centrais superiores humanos foi estudada por CRUZ-FILHO et al. (1996). Os pesquisadores nomearam a dentina localizada próxima ao cemento, de dentina periférica e, a próxima ao órgão pulpar, dentina interna. A porção de dentina compreendida entre as duas anteriores foi chamada de dentina média. O estudo evidenciou que a dentina periférica é mais dura que a central, que por sua vez apresenta maior dureza que a interna. Em relação aos terços da raiz, a microdureza dentinária tende a diminuir, no sentido cérvico-apical.

Fatores relacionados à cárie dental, materiais obturadores, soluções irrigantes e até mesmo, a vitalidade do órgão pulpar podem alterar as propriedades biomecânicas da dentina. FUSAYAMA & MAEDA (1969) verificaram que a microdureza de dentes despolpados é menor que daqueles com integridade do tecido pulpar. O uso de soluções quelantes, frequentemente empregadas para a remoção da smear layer das paredes dentinárias ou como auxiliares durante a instrumentação, promove a descalcificação da dentina diminuindo a microdureza do

Os estudos direcionados a microdureza dentinária, segundo a literatura, abordam principalmente áreas dos diferentes terços radiculares, assim como a região compreendida entre o esmalte e câmara pulpar, porém, pouco tem sido investigado sobre a dentina da área da furca.

Segundo texto publicado pelo BUREAU OF LIBRARY AND INDEXING SERVICE, em 1950, o termo furca é utilizado para expressar uma área ou região situada entre duas ou mais raízes, anatômica e normalmente divididas em sua base.

A espessura média da furca de dentes molares inferiores é de 2,89mm nos primeiros molares e de 3,01mm nos segundos (STERRETT et al., 1996).

PÉCORA et al. (1990) estudaram a permeabilidade dentinária do assoalho da câmara pulpar de molares inferiores humanos e verificaram que essa área oferece resistência à penetração de fluidos.

A anatomia interna dessa região também foi alvo de vários estudos, principalmente no período referente à segunda metade do século XX (BRÄNNSTRÖM & GARBEROGLIO, 1972; HESSION, 1977; GUTMANN, 1978; PERLICH et al., 1981).

Para o estudo da morfologia do tecido dentinário, diferentes técnicas e métodos tem sido propostos, dentre os quais destacam-se o histoquímico (ZUOLO et al., 1987); a imunoflorescência microscópica (AUBIN, 1985); diferentes tipos de microscopia de luz, como a polarizada (HALS, 1983); microscopia de fase contraste e de interferência (KAYE & HEROLD, 1966); microscopia eletrônica de transmissão (SCHROEDER & FRANK, 1985); microradiografia (MJOR & SHACKLEFORD, 1966)

e a microscopia eletrônica de varredura (TRONSTAD, 1973; GARBEROGLIO & BRÄNNSTRÖM, 1976; PASHLEY, 1985; GUGLIELMI et al., 2010).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) se consolidou como a metodologia mais utilizada para observação da morfologia do tecido dentinário (MELLO et al., 2009).

Conhecer a morfologia e microdureza do assoalho da câmara pulpar pode proporcionar melhor entendimento do assunto e contribuir com maiores informações durante a realização da terapêutica endodôntica, visto que pouca atenção é despendida a essa região.

Para melhor compreensão deste capítulo, o mesmo foi dividido em dois itens, um relacionado ao estudo da permeabilidade e morfologia do tecido dentinário e outro referente à microdureza do tecido dental. Apesar do assunto, permeabilidade dentinária, não ser objetivo de investigação do presente trabalho, muitos artigos relacionados ao tema contribuíram para o entendimento e explicação dos resultados aqui obtidos. Dessa forma, justificamos o porquê de destinarmos parte desse capítulo a artigos sobre permeabilidade dentinária.

## 1- Estudos sobre a permeabilidade e morfologia do tecido dentinário.

Os trabalhos de permeabilidade dentinária proporcionaram ao cirurgiãodentista maior conhecimento sobre o mecanismo de defesa do tecido pulpar frente
aos agentes injuriosos, como também, melhor compreensão das características dos
diferentes tipos de dentina existente. No início do século passado, BEUST (1912,
1931, 1934) estudou, por meio de cortes histológicos e uso de corante, a relação
entre a permeabilidade dentinária e os estímulos externos. Concluiu que a ação
irritante na dentina causada por fatores diversos pode gerar a completa obliteração
dos canalículos dentinários, e que a redução no volume da câmara pulpar constitui
uma forma de defesa do órgão dental. Admitiu, ainda, que o aumento da faixa etária
promove maior resistência do tecido dentinário à infiltração de corantes.

Em 1933, BÖDECKER & APPLEBAUM avaliaram o grau de permeabilidade dentinária de dentes humanos extraídos de pacientes com diferentes faixas etárias. Os resultados histológicos mostraram que a dentina de dentes jovens é mais permeável que a de adultos. Os autores ressaltaram que na presença de agressões externas, o tecido dentinário tornava-se menos permeável. No mesmo ano, FISH verificou por meio da injeção de corante azul de metileno na câmara pulpar, que a

dentina hipercalcificada tornava-se, praticamente, impermeável à penetração do corante.

WAINWRIGHT & LEMOINE (1950) empregaram a uréia marcada com C<sup>14</sup> para avaliar a permeabilidade do esmalte dental. Os resultados mostraram que após o período de dez minutos, as substâncias empregadas penetraram o tecido. Um ano mais tarde, MARTIN (1951) estudou a permeabilidade do tecido dental empregando uma metodologia a base de infiltração de radio-isótopo P<sup>32</sup>.

MARSHALL et al. (1960) tentaram pela primeira vez quantificar a permeabilidade dentinária radicular, criando o Índice de Permeabilidade Dentinária (IPD). Dessa forma, analisaram o efeito de várias substâncias sobre a permeabilidade da dentina, por meio da difusão de isótopos radioativos. Os autores concluíram que as áreas cervical e média da dentina radicular apresentavam-se permeáveis a todos os isótopos testados. No entanto, o uso de soluções de EDTA, eugenol e bicarbonato de sódio diminuíram o IPD aos isótopos.

Em 1962, ANDERSON & RONNING avaliaram a permeabilidade da dentina coronária, por meio de cortes da coroa, obtidos por instrumentos rotatórios ou fratura do tecido. Observaram que, nos cortes por instrumentos rotatórios, havia menor penetração de corante do que naqueles promovidos por fraturas.

De acordo com a literatura, até a primeira metade dos anos 60, nada se conhecia sobre a permeabilidade dentinária na região da furca dental. Conta que o trabalho pioneiro de permeabilidade nessa região surgiu em 1965, quando MOSS investigou a região do assoalho da câmara pulpar de dentes decíduos. Neste estudo, o autor selecionou 56 dentes, os quais apresentaram mais da metade das estruturas das raízes presentes e imagem de rarefação entre as raízes. O presente

trabalho mostrou que a dentina de dentes com necrose pulpar é mais permeável que a de dentes vitais.

Em 1966, por meio da investigação de dentes molares humanos, SASSO et al. observaram a ocorrência de dentina reparadora no assoalho e no teto da câmara pulpar em resposta à cárie dental. Os autores verificaram, ainda, que a dentina reparadora hipocalcificada apresenta túbulos dentinários distribuídos de forma irregular.

A busca por novas informações sobre o tecido dental favoreceram o desenvolvimento tecnológico e elaboração de novas metodologias. Assim, no ano de 1966, KAYE & HEROLD aplicaram a microscopia de fase-contraste e de interferência para o estudo morfológico da dentina humana. Já, MJOR & SHACKLEFORD utilizaram a microradiografia para investigação do tecido pulpar e da dentina coronária.

Em 1972, MJOR relatou que a dentina é um tecido mineralizado formado por matrizes intercanaliculares e pericanaliculares. O autor mostrou, ainda, que as agressões externas do tecido dentinário, como a cárie dental e a atrição, podem causar aumento da mineralização, resultando em diminuição da permeabilidade.

BRÁNNSTRÓM & GARBEROGLIO (1972) observaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, que o prolongamento dos odontoblastos preenche apenas um quarto do comprimento total dos canalículos dentinários. No ano seguinte, TRONSTAD (1973) também utilizou a microscopia eletrônica de varredura para identificar o processo odontoblástico na dentina da região coronária.

BURCH & HULEN (1974) estudaram, com auxilio de lupa, a área da furca de 190 dentes molares humanos. Nesse estudo os pesquisadores relataram a presença de foraminas em 76% dos espécimes, estabelecendo uma média de 2,14 foraminas nos molares inferiores e de 2,5 nos superiores.

SELTZER & BENDER (1975), corroborando os achados de SASSO et al. (1966), observaram que a dentina secundária regular é formada mais no assoalho e no teto da câmara pulpar do que nas paredes laterais. Os autores complementaram que enquanto a dentina secundária regular se forma por toda a vida do individuo devido a estímulos fisiológicos, a dentina reparadora se constitui diante a uma lesão ao órgão pulpar.

A microscopia eletrônica de varredura serviu de auxilio para GARBEROGLIO & BRÄNNSTRÖM (1976) estudarem a quantidade e amplitude dos canalículos dentinários nos dentes humanos. Os pesquisadores verificaram a presença de aproximadamente 45.000 canalículos por milimetro quadrado e diâmetro variando em torno de 2,5 µm, nas proximidades do tecido pulpar. No entanto, a meia distância da espessura da dentina houve uma diminuição para 29.500 canalículos por milímetro quadrado e diâmetro por volta de 1,2 µm. Na região próxima à junção amelo-dentinária o número reduziu para 20.000 canalículos com diâmetros médios de 0,9 µm.

Preocupado com a incidência de canais laterais na região da furca dental, HESSION (1977) estudou a morfologia interna de 164 dentes humanos extraídos e constatou que a prevalência de canais laterais na região é bastante baixa.

Almejando determinar a prevalência e a localização de canais acessórios na região da furca, GUTMANN (1978), avaliou 51 molares hígidos. Para isso, aplicou corante na câmara pulpar dos espécimes que, após atravessar o sistema de canais, fez-se visível na área externa da furca. Os resultados mostraram que 15,5% dos molares inferiores apresentaram canais acessórios na furca, enquanto nos molares superiores este índice era de 23,5%. Baseado nos achados, o autor concluiu que a câmara pulpar comunica-se com a superfície externa do dente por meio de canais acessórios.

PASHLEY & LIVINGSTON (1978) analisaram a capacidade de penetração de diferentes substâncias através do tecido dentinário. Assim, foram testados a água, uréia, fluoreto de sódio, lidocaína, glicose, sucrose, dextran, polivenil pirolidona e albumina. Ao final, concluíram que o aumento de 19 vezes no tamanho da molécula promoveu uma diminuição de 100 vezes no coeficiente de permeabilidade dentinária. No ano seguinte, WHITTAKER & KNEALE quantificaram, por meio de MEV, os túbulos dentinários existentes na coroa dental e porção radicular. As eletromicrografias evidenciaram que os túbulos dentinários são mais numerosos na região coronária, diminuindo a quantidade à medida que se direciona rumo ao ápice.

Em um estudo realizado em 1981, para investigar a presença de foraminas no assoalho da câmara pulpar, PERLICH et al. verificaram a existência desse detalhe anatômico em somente 8% da amostra. As foraminas encontradas nesse experimento apresentaram diâmetros em torno de 7 a 37μm, contrariando os achados de BURCH & HULEN (1974).

PASHLEY et al. (1981), seguindo sua linha de pesquisa sobre permeabilidade dentinária observaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, que a remoção da *smear layer* aumenta o movimento fluídico através da dentina. Neste estudo os autores utilizaram ácido cítrico 6% para remoção da

camada de smear. Salientaram que o uso dessa solução permite a limpeza das paredes dentinárias em poucos segundos. No ano seguinte, PASHLEY et al. complementaram que a saliva e bactérias são capazes de reduzir a permeabilidade dentinária. Os fatores que interferem na permeabilidade dentinária, também foram estudados por MJOR (1982). O autor relatou que a penetração de substâncias ou fluidos através da dentina pode ser influenciada pela tensão superficial, forças capilares, carga elétrica e tamanho da molécula.

Na primeira metade da década de 80, novas metodologias foram utilizadas para o estudo do tecido dental. HALS, em 1983, empregou a microscopia de luz polarizada para pesquisar túbulos dentinários gigantes. Já, AUBIN (1985) utilizou a imunuofluorescência microscópica para pesquisar a morfologia, função e diferenciação dos odontoblastos, enquanto SCHROEDER & FRANK (1985) analisaram a dentina peritubular, por meio de microscopia eletrônica de transmissão.

A ação de diferentes soluções irrigantes sobre a permeabilidade dentinária de dentes caninos humanos foi estudada por ZUOLO et al. (1987). A avaliação da permeabilidade foi obtida pela análise de cortes histológicos transversais dos dentes. Os resultados evidenciaram que o grupo das soluções halogenadas e do EDTA foram os mais eficientes no aumento da permeabilidade. Mais tarde, PÉCORA et al. (1990) estudaram a permeabilidade do assoalho da câmara pulpar de molares inferiores. Os pesquisadores instrumentaram os dentes por meio de técnicas manual e ultrassônica, utilizando como soluções irrigadoras a água destilada deionizada e o líquido de Dakin. Concluíram que, mesmo após o uso dessas soluções, a dentina do assoalho oferece resistência à penetração de fluidos. O exame histológico por desgaste evidenciou que a região apresenta dentina reparadora com características mais amorfa, menos canalicular e menos regular que a dentina primária.

A permeabilidade dentinária na região de furca de dentes permanentes também foi estudada por RAPP et al. (1992). A metade oclusal da coroa e apical da raiz de terceiros molares inclusos foi removida e o remanescente incluído em blocos de acrílico. O conjunto foi submetido à pressão positiva em um sistema fechado de fluidos. Os resultados indicaram que os valores de permeabilidade encontrados na furca foram semelhantes aos da dentina radicular, sugerindo a ocorrência de reabsorção em área de furca devido à presença de canais acessórios na região.

Em 1994, BURROW et al. estudaram a influencia da idade do paciente e da espessura do tecido dentinário na propriedade de adesão de três sistemas adesivos empregados na época. Os autores puderam observar que nenhum dos fatores interferiu na capacidade de adesão dos sistemas avaliados.

MJOR & NORDAHL, em 1996, analisaram por meio de microscopia óptica e MEV, a densidade e ramificações dos túbulos dentinários em dentes humanos. Os achados mostraram que as disparidades na densidade dos túbulos entre áreas internas e externas foram mais evidentes na coroa dental que na raiz. A quantidade de túbulos na porção média da raiz foi significativamente menor que na porção média da coroa. O número de ramificações dos túbulos dentinários foi abundante em áreas, nas quais a densidade dos canalículos era menor.

STERRETT et al. (1996) estabeleceram a espessura média da furca de molares inferiores e a relação desta com a idade do paciente. Assim, verificaram que no primeiro molar inferior a furca apresenta espessura em torno de 2,89 mm, enquanto que no segundo molar a média foi de 3,01 mm. Os autores não observaram relação entre as espessuras e a idade.

Em 2002, TORABINEJAD et al. observaram, por meio de levantamento bibliográfico sobre as implicações clínicas da camada de smear layer na endodontia, que a quantidade de túbulos dentinários aumenta tanto no sentido ápice-coroa, como também, do cemento em direção ao canal radicular.

Em 2003, LOPES-SILVA & LAGES-MARQUES avaliaram a permeabilidade da dentina do assoalho da câmara pulpar de dentes decíduos. Encontraram que a dentina da região condicionada com 2-octil cianoacrilato e associação de laser ER:YAG apresenta diminuição da permeabilidade, enquanto a tratada somente com laser resultou em aumento.

Em relação à utilização da microscopia eletrônica de varredura para análise morfológica da dentina, MELLO et al. (2009) relataram que esta metodologia é a mais empregada para tal finalidade. O emprego da MEV serviu de auxilio para o trabalho de GUGLIELMI et al. (2010). Os estudiosos compararam os efeitos de um sistema adesivo auto-condicionante e uso de laser Nd:YAG sobre a permeabilidade da região de furca de molares decíduos. Os resultados mostraram que o laser Nd:YAG reduziu a permeabilidade da dentina.

## 2- Estudos sobre a microdureza dentinária.

Com a finalidade de conhecer a microdureza da região da coroa e porção radicular de dentes humanos, CRAIG et al (1959) e RAUTIOLA & CRAIG (1961) estudaram a propriedade mecânica de espécimes recém-extraídos. Nesses estudos várias informações sobre o tecido dentinário foram reveladas, dentre elas, que a dentina na região da junção dentina-esmalte e adjacente à câmara pulpar é menos dura que a dentina ao seu redor. O tecido dentinário subjacente à lesão de cárie é mais duro que a dentina normal, já a translúcida possui menor dureza que a fisiológica.

FUSAYAMA & MAEDA (1969), em estudo sobre os efeitos da pulpectomia na microdureza dentinária, verificaram que a perda da vitalidade pulpar tornava os dentes mais susceptíveis à fratura.

Em 1985, foi publicado o trabalho clássico de PASHLEY et al., no qual os autores estabeleceram a correlação entre a microdureza da dentina e a densidade dos canalículos dentinários. Afirmaram existir uma relação inversa entre a microdureza e a quantidade de canalículos por unidade de área, ou seja, quanto maior a densidade de canalículos numa determinada região menor a dureza do tecido.

A microdureza dentinária de incisivos centrais superiores humanos foi investigada por CRUZ-FILHO et al. (1996). No presente trabalho os autores avaliaram o efeito do EDTAC sobre a microdureza dentinária radicular, como também a propriedade mecânica da dentina no sentido cemento-canal radicular e no sentido terço cervical-apical. Observaram que a dentina próxima ao órgão pulpar apresenta menor dureza que a dentina adjacente ao cemento e que o terço cervical apresenta-se mais duro que o apical. Os pesquisadores verificaram, ainda, que o efeito do EDTAC sobre a microdureza faz-se sentir no primeiro minuto de aplicação da solução.

SALEH & ETTMAN (1999) estudaram o efeito de diferentes soluções irrigadoras na microdureza da dentina radicular. Para tanto, utilizaram dezoito incisivos superiores, nos quais foram mensuradas a microdureza do tecido a 500µm e 1 mm da junção amelo-dentinária. Os resultados evidenciaram que a associação

de peróxido de hidrogênio com hipoclorito de sódio e o EDTA promoveram a diminuição da microdureza.

Em 2001, CRUZ-FILHO et al. avaliaram o efeito do EDTAC, CDTA e EGTA sobre a microdureza do terço cervical da raiz. Empregou-se para a mensuração da dureza um aparelho Vicker com carga de 50g por 15s. Os resultados apontaram redução significativa da microdureza nos três grupos estudados. Dois anos mais tarde, FUENTES et al. investigaram a dureza do tecido dentinário, por meio de duas metodologias: microdureza Vickers e Knoop. A área a ser analisada, obtida por meio de cortes transversais de molares, foi dividida em região periférica (próxima ao esmalte) e interna (próxima ao corno pulpar). Os achados mostraram que a região periférica apresenta maior dureza que a interna quando mensurada por meio da dureza Knoop, não havendo diferença entre as duas regiões quando avaliadas por meio da dureza Vickers.

ARI et al. (2004) avaliaram o efeito do gluconato de clorexidina 2% sobre a microdureza e rugosidade da dentina radicular de dentes anteriores inferiores. Os espécimes foram submetidos ao teste de dureza Vickers, o qual evidenciou que a clorexidina 2% não apresenta alteração sobre a microdureza e rugosidade da dentina. No mesmo ano, SLUTZKY-GOLDBERG et al. estudaram a ação do hipoclorito de sódio 2,5% e a 6% sobre a microdureza dentinária de dentes bovinos, com diferentes tempos de aplicação. As mensurações foram realizadas à 500µm, 1000µm e 1500µm da luz do canal radicular. Para todas as distâncias avaliadas, a redução da microdureza foi mais evidente após o uso de hipoclorito de sódio 6%.

O efeito do EDTA, EDTAC e ácido cítrico sobre a microdureza dentinária de caninos superiores foi investigada por DE-DEUS et al. (2006). Os pesquisadores utilizaram uma carga de 50g por 15s para evidenciação das endentações. Os resultados encontrados mostraram que o EDTA e EDTAC foram mais eficientes em reduzir a microdureza que o ácido cítrico.

SAYIN et al. (2007) verificaram o efeito do EDTA, EGTA, EDTAC e ácido cítrico associado à tetraciclina sobre a microdureza da dentina radicular. Os autores descartaram as coroas de 30 dentes unirradiculares e dividiram, longitudinalmente, as raízes em duas. As hemi-secções foram incluídas em resina acrílica e impermeabilizadas, deixando apenas a luz do canal radicular exposta. Na sequência, os espécimes foram imersos por 5 minutos em recipientes contendo 10 mL de solução auxiliar, conforme os grupos: GI- NaOCI 2,5%; GII- EDTA 16%; GIII-EDTAC 15%; GIV- EGTA 17%; GV- HCI/tetraciclina 1%. Ao final, com exceção do grupo I, os espécimes receberam um tratamento com NaOCI (tratamento combinado), sendo lavados, em seguida, com 10 mL de água destilada. As amostras foram levadas ao microdurômetro, onde receberam 3 endentações com carga de 200 g por 20 segundos, para cada terço (cervical, médio e apical). Os resultados evidenciaram que todos os grupos reduziram a microdureza dentinária. O uso do EDTA isolado e combinado foi, significantemente, mais eficiente na redução da microdureza que o dos demais grupos. De uma forma em geral, os tratamentos combinados com NaOCI reduziram a microdureza, numa proporção muito maior em relação ao uso da solução empregada isoladamente.

Diferentes soluções quelantes e desmineralizantes foram estudadas, ao longo do tempo, no sentido de conhecer seus efeitos sobre a dureza do tecido dental. A metodologia empregada utilizava cortes transversais ou longitudinais de dentes humanos ou bovinos. A variação dos métodos entre os autores era estabelecida quanto ao tipo de dureza empregada (Vickers ou Knoop) ou em relação à

localização da área avaliada. OLIVEIRA et al. (2007) utilizaram a microdureza Vickers para pesquisar o efeito de diferentes soluções irrigantes sobre a dentina localizada à 500µm e 1000µm da interface polpa-dentina.

DE-DEUS et al. (2008c) estudaram a capacidade quelante do ácido etidrônico (HEBP) comparada a do EDTA. Discos de dentina obtidos a partir da porção média da coroa de terceiros molares foram polidos e submetidos a um tratamento para formação de smear layer sobre a superfície. Posteriormente, os espécimes foram submetidos à ação das seguintes soluções quelantes: HEBP 9%, HEBP 18% e EDTA 17%. A aplicação do agente quelante foi realizada sem que o corpo de prova fosse removido do microscópio. Durante o tratamento dos espécimes obtiveram-se 16 imagens de cada área de dentina desmineralizada no período de 60, 180, 300 e 600 segundos. A remoção da smear layer, assim como a quantidade de túbulos dentinários expostos evidenciados nas imagens serviu de parâmetro para determinar o poder de desmineralização das soluções. Os autores observaram que o HEBP, em ambas concentrações, removeu a smear layer após 300 segundos de ação, ao passo que o EDTA promoveu o mesmo efeito em apenas 60 segundos. Durante todo o experimento o EDTA mostrou-se mais eficiente que o HEBP 18% e este, mais eficiente que o HEBP 9%. Concluíram que a descalcificação promovida pelo HEBP foi significantemente menor à do EDTA.

LOTTANTI et al. (2009) analisaram o efeito de algumas soluções quelantes na desmineralização da dentina e na remoção da smear layer. Pré molares unirradiculares foram instrumentados com sistema ProFile<sup>®</sup>, até a lima #45, taper 0.04. A irrigação foi realizada como descrita, a seguir: GI- NaOCI 1% durante a biomecânica e água deionizada, após; GII- NaOCL 1 % durante o preparo e EDTA na irrigação final; GIII- mistura de NaOCl 2% e ácido etidrônico (1:1) durante e após

a instrumentação; GIV- NaOCI 1% durante a biomecânica e ao final, ácido peracético 2,25%. O volume da solução utilizada durante a instrumentação foi de 10 mL por 15 segundos, seguido de 5 mL da solução empregada na irrigação final por 3 minutos mais 5 mL de água deionizada. Quanto à remoção de íons cálcio, os grupos do EDTA e ácido peracético mostraram-se semelhantes entre si. A mistura de NaOCI e ácido etidrônico removeu uma menor quantidade de íons que os grupos anteriores e mostrou-se semelhante ao grupo do NaOCI, o qual não teve nenhum efeito desmineralizante. Todos os protocolos de irrigação resultaram em remoção significante da *smear layer*. No terço cervical o EDTA apresentou resultado ligeiramente superior ao ácido peracético, porém, nos terços médio e apical as 3 soluções avaliadas comportaram-se de forma semelhante entre si. Nenhum efeito descalcificante foi observado para o NaOCI.

BALLAL et al. (2010) avaliaram o efeito do ácido maleico e EDTA 17% sobre a microdureza dos terços cervical, médio e apical de incisivos superiores, por meio da microdureza Vickers.

Em 2011, CRUZ-FILHO et al. apresentaram uma nova metodologia para averiguação da microdureza dentinária ao pesquisarem o efeito de diferentes soluções desmineralizantes sobre a dentina da luz do canal radicular de incisivos superiores. Os autores utilizaram a dureza Knoop com carga de 10g por 15 segundos. Os resultados desse estudo mostraram que o EDTA e ácido cítrico foram as soluções mais eficientes para redução da microdureza da dentina.

PATIL & UPPIN (2011) avaliaram a microdureza e rugosidade da superfície da dentina radicular após tratamento com as seguintes soluções irrigantes: hipoclorito de sódio 2,5% e 5%, peróxido de hidrogênio 3%, EDTA 17%, clorexidina

0,2% e água destilada (controle). Os autores utilizaram incisivos superiores e inferiores seccionados longitudinalmente e incluídos em blocos de resina acrílica. Cada solução permaneceu sobre o espécime por 15 minutos. Os resultados mostraram que todas as soluções irrigantes, com exceção da clorexidina 0,2%, diminuíram a microdureza dentinária. O peróxido de hidrogênio 3% e a clorexidina 0,2% não alteraram a rugosidade da superfície dentinária.

Recentemente, AKCAY & SEN (2012) estudaram o efeito de um tensoativo catiônico (Cetrimida), de forma isolada ou associada ao EDTA 5% sobre a microdureza da dentina radicular. Verificaram que o Cetrimida associada ou não ao EDTA diminuiu a microdureza dentinária, no entanto, salientaram que o uso clínico do detergente na concentração maior que 0,25%, é questionável.

Apesar da quantidade limitada de estudos aqui relatados, a literatura apresenta inúmeros trabalhos investigativos sobre o tecido dentinário. No entanto, em termos gerais, pouco se tem estudado sobre a dentina da área de furca dos elementos dentais, seja em relação às propriedades físicas, permeabilidade dentinária ou à morfologia do tecido. Dada a importância dessa área para aquele que prática a endodontia, é bastante visível a carência de informações sobre o assunto.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a morfologia, por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), e mensurar a microdureza da dentina da área de furca de dentes molares inferiores.

Após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (anexo 1), foram selecionados 10 dentes molares inferiores cedidos pelo Banco de Dentes da mesma instituição. Os espécimes estavam estocados em solução de timol a 0,1% em geladeira a 9° C. Assim, permaneceram nessas condições até o momento de uso, quando então, foram lavados em água corrente por 24h para remoção do remanescente de timol.

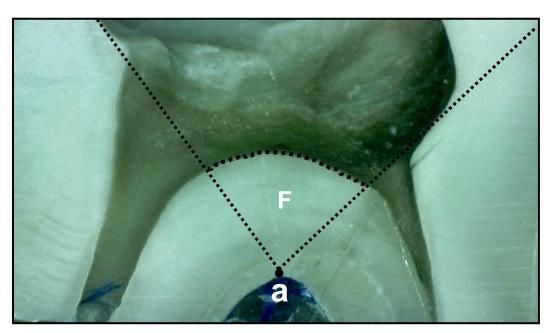
O processo de seleção seguiu alguns critérios no sentido de padronizar a amostra. Inicialmente, os dentes foram examinados para constatação da formação completa da raiz e do ápice. Posteriormente, foram radiografados com o intuito de verificar a presença de nódulos pulpares, calcificação da câmara pulpar e ou do canal radicular e área de reabsorção interna. Dentes com um ou mais itens de exclusão foram substituídos.

Os espécimes tiveram suas coroas seccionadas ao meio, no sentido transversal, por meio de disco de corte metálico (KG Sorensen, Brasil) acionado por motor pneumático (DabiAtlante, São Paulo, Brasil). A porção oclusal foi descartada. Com os mesmos artifícios, as raízes mesial e distal foram cortadas próximas ao terço cervical da raiz, descartando-se a porção referente aos terços médio e apical. Durante a execução, todo cuidado foi tomado para preservar a integridade da furca dental.

Os espécimes foram colocados no interior de moldes de silicone e incluídos em acrílico de rápida polimerização. O bloco formado foi adaptado em uma máquina de corte (Struers - Minitom, Copenhagen, Denmark), de maneira que o disco de diamante, quando acionado, seguisse uma trajetória passando pelo longo eixo do dente.

O corte longitudinal dos espécimes ocorreu no sentido mésio distal, obtendose assim, duas hemi-secções. Uma destinada ao estudo da morfologia do tecido
dentinário e a outra, à mensuração da microdureza. Os espécimes do grupo da
microdureza foram lixados em água corrente com lixas de granulação 400, 500 e
600 de modo a planificar a superfície da dentina. Em seguida, procedeu-se o
polimento com discos de feltro (Diamond, FGM, Joinvile, Brasil) auxiliados com
alumina (Alpha micropolish LC, Union Carbide, USA). Ao final, foram lavados em
água corrente por 4 horas para eliminação dos resíduos das lixas e da pasta de
alumina.

A delimitação da área da furca ocorreu da seguinte forma: inicialmente, determinou-se o ponto da superfície externa da furca de máxima concavidade (a). A partir desse ponto foram traçadas duas retas ortogonais, estendendo-se até o assoalho da câmara pulpar. A área compreendida entre as duas retas foi estabelecida como área da furca (F) (Figura 1).



**Figura 1 -** Esquema da delimitação da furca, onde "F" é a área de furca e "a" o ponto de máxima concavidade.

As retas ortogonais foram traçadas por meio de lâmina de bisturi número 15, e auxilio visual com lupa de 40X de aumento.

Utilizou-se para a mensuração da microdureza um aparelho de dureza Knoop (Shimadzu HMV-2000, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) com carga de 10g durante 15 segundos (Figura 2).

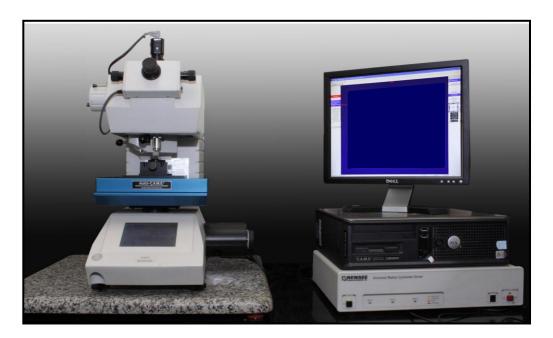


Figura 2 - Microdurômetro utilizado para mensuração da microdureza Knoop.

A leitura da microdureza foi realizada em 3 regiões da furca dental. Uma (mesial), seguiu uma trajetória paralela à reta ortogonal traçada próxima a mesial do dente; a outra (distal) acompanhou à reta ortogonal oposta, junto a distal e a terceira (central) seguiu uma bissetriz entre as duas retas (Figura3).

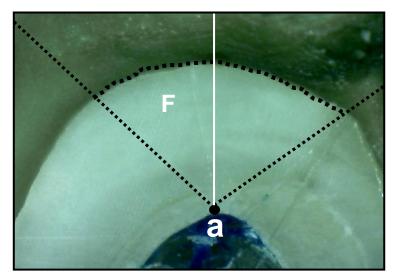


Figura 3 - Esquema da bissetriz (em branco) traçada entre as duas retas ortogonais.

Foi possível realizar 5 endentações para cada região, de acordo com o trajeto pré-estabelecido. A primeira mensuração iniciou-se a 100µm do assoalho da câmara pulpar e seguiu em direção ao ponto mais externo da furca, ou seja, ponto "a". Manteve-se uma distância de 200µm entre as endentações (Figura 4).

Para cada região calculou-se uma média das mensurações, obtendo-se 3 médias para cada corpo de prova, as quais foram anotadas e arquivadas. O arquivo de dados contendo os valores médios da microdureza dentinária foi submetido à análise estatística, por meio do software BioEstat versão 5.0.

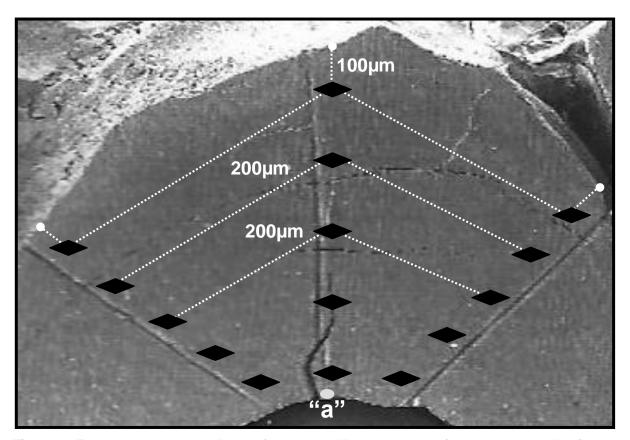


Figura 4 - Esquema das endentações conforme as regiões mensuradas (mesial, central e distal).

As hemi-secções destinadas à MEV sofreram, inicialmente, um processo de desidratação por meio de bateria ascendente de álcool (40°, 50°, 70°, 80° e 96° GL), permanecendo por 1 hora em cada concentração. Ao final foram imersos em recipiente contendo álcool absoluto, por 24h e então, acondicionados em um dessecador para evitar a umidade do meio externo.

As amostras receberam uma cobertura ultrafina de material eletricamente condutor, por meio de um processo denominado metalização. Na sequência, foram montadas sob "Stubs" de alumínio, onde receberam uma tênue camada de ouro (Figura 5), por meio de aparelho Desk II Dentom Vacuum (Tóquio, Japão).

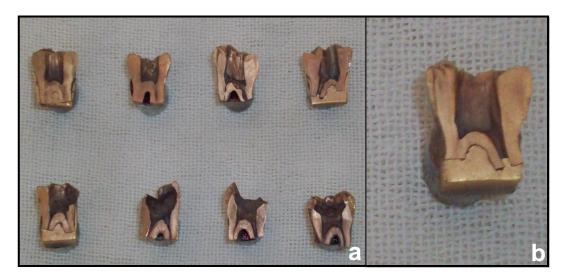


Figura 5 - a) Espécimes com a camada de ouro; b) Detalhe do espécime tratado.

Utilizou-se para a análise da microscopia eletrônica de varredura um microscópio Zeiss, modelo EVO 50 (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany) (Figura 6). No total foram obtidas 90 fotomicrografias com diferentes aumentos (300X, 500X, 750X, 1000X e 2000X), referente à área de furca delimitada. As fotomicrografias foram identificadas e montadas em arquivo conforme o dente analisado e, posteriormente, levadas para análise morfológica quantitativa. A avaliação das fotomicrografias analisou principalmente a trajetória dos canalículos dentinários.



Figura 6 - Microscópio eletrônico de varredura.

## 1- Avaliação da microdureza dentinária da furca dental

Inicialmente, montou-se uma tabela com os dados originais (Tabela 1) referentes às medidas e médias da microdureza dentinária da região mesial, central e distal da furca dental. A partir da Tabela 1 montou-se uma segunda tabela de dados formada pelas médias da microdureza referente a cada uma das regiões (Tabela 2).

Os dados obtidos na Tabela 2 resultam do produto fatorial de 3 regiões, 10 dentes e uma média por dente: 3 x 10 x 1 = 30. Os dados foram, então, submetidos à análise estatística, por meio do software BioEstat 5.0, com nível de significância de 5% (α = 0,05). O programa evidenciou que a amostra testada apresentou distribuição normal. Tal informação aliada ao modelo matemático do experimento faculta a realização do teste paramétrico de Análise de Variância (*one-Way* ANOVA). A Tabela 3 apresenta os resultados da Análise de Variância.

Tabela 1- Medidas da microdureza dentinária dos três terços da furca dental. Dados originais.

Dente	e/medida	01	02	03	04	05	$\bar{x}$ ± DP
	M	30,9	37,1	16,5	80,0	41,7	41,2±23,6
01	С	31,4	35,7	30,3	26,0	34,3	31,5±3,7
	D	30,9	38,3	33,3	46,6	45,0	38,8±6,9
	$\bar{x}$ ± DP	31,0±0,2	37,0±1,3	26,7±8,9	50,8±27,2	40,3±5,4	37,2±5,0
	M	51,6	56,8	38,7	57,3	47,5	50,3±7,6
02	С	38,0	42,4	49,7	48,3	48,3	45,3±4,9
	D	53,1	48,8	40,3	43,5	52,6	47,6±5,6
	$\bar{x}$ ± DP	47,5±8,3	49,3±7,2	42,9±5,9	49,7±7,0	49,4±2,7	47,7±2,5
	M	29,6	29,6	72,7	45,8	42,4	44,0±17,6
03	С	56,8	56,2	39,0	42,7	63,5	51,6±10,3
	D	46,2	46,2	59,1	47,5	58,5	51,5±6,6
	$\bar{x}$ ± DP	44,2±13,7	44,0±13,4	56,9±16,9	45,3±2,4	54,8±11,0	49,0±4,3
	M	36,0	30,9	31,6	40,3	40,0	35,7±4,4
04	С	30,1	37,7	31,4	36,6	40,3	35,2±4,3
	D	43,0	53,1	39,3	29,8	37,7	40,5±8,4
	$\bar{x}$ ± DP	36,3±6,4	40,5±11,3	34,1±4,5	35,5±5,3	39,3±1,4	37,1±2,9
	M	35,7	40,6	58,7	51,7	47,3	46,8±9,0
05	С	68,4	50,1	55,3	47,8	42,7	52,8±9,7
	D	60,3	52,1	43,5	40,3	49,2	49,0±7,7
	$\bar{x}$ ± DP	54,8±16,9	47,6±6,0	52,5±7,9	46,6±5,7	46,4±3,3	49,5±3,0
	M	25,0	51,6	37,1	34,6	55,1	40,6±12,4
06	С	40,5	52,8	52,5	45,5	53,9	49,1±5,8
	D	60,3	57,9	54,6	59,7	57,3	57,9±2,2
	$\bar{x}$ ± DP	41,96±1,6	54,1±3,3	48,0±9,5	46,6±12,5	55,4±1,6	49,2±8,6
	M	32,6	59,7	31,6	50,6	62,2	47,3±14,5
07	С	33,1	52,6	56,2	67,6	60,3	53,9±12,9
	D	48,8	63,5	59,7	57,9	69,1	59,8±7,4
	$\bar{x}$ ± DP	38,1±9,2	58,6±5,5	49,1±15,3	58,7±8,5	63,8±4,6	53,7±6,2
	M	29,2	43,5	43,8	93,7	48,3	51,7±24,5
80	С	23,1	32,3	56,2	66,9	49,2	45,5±17,7
	D	37,4	45,8	44,6	67,6	57,9	50,6±11,9
	$\bar{x}$ ± DP	29,9±7,1	40,5±7,2	48,2±6,9	76,0±15,2	51,8±5,3	49,3±3,2
	M	54,6	62,2	49,7	57,3	69,9	58,7±7,7
09	С	48,3	48,8	51,6	56,8	57,3	52,5±4,2
	D	42,0	60,9	56,2	49,2	54,1	52,4±7,2
	$ar{x}$ ± DP	48,3±6,3	57,3±7,3	52,5±3,3	54,4±4,5	60,4±8,3	54,5±3,5
	M	36,7	41,0	55,3	56,2	53,2	48,4±8,9
10	С	48,7	56,4	53,6	57,8	62,1	55,7±4,9
	D	41,2	50,9	50,0	51,8	53,3	49,4±4,7
	$\bar{x}$ ± DP	42,2±6,06	49,4±7,8	52,9±2,7	55,2±3,1	56,2±5,1	51,2±3,9

Tabela 2 - Valores médios da dureza Knoop conforme a região da furca dental.

		Regiões	
Dentes	Mesial	Central	Distal
01	41,2	31,5	38,8
02	50,3	45,3	47,6
03	44,0	51,6	51,5
04	35,7	35,2	40,5
05	46,8	52,8	49,0
06	40,6	49,1	57,9
07	47,3	53,9	59,8
08	51,7	45,5	50,6
09	58,7	52,5	52,4
10	48,4	55,7	49,4
$\bar{x}$ ± DP	46,5±6,4	47,3±8,1	49,7±6,5

Tabela 3 - Resultados da Análise de Variância.

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Regiões	58,166	2	29,083	0,5753	0,5742
Resíduos	13,7 e+02	27	50,556		
Total	1423,2	29			

A Análise de Variância evidenciou não haver diferença significante da microdureza dentinária entre as três regiões analisadas, visto que o valor de p calculado foi >0,05.

A partir da Tabela 1, somaram-se as médias referentes às primeiras endentações da região mesial, central e distal de cada corpo de prova. Esta somatória permitiu a obtenção de 10 valores médios da microdureza da região mais próxima ao assoalho da câmara pulpar, a qual foi denominada de camada externa. Da mesma forma, somaram-se as médias das terceiras e das últimas endentações. Assim, foram obtidos valores médios da microdureza referente à região de dentina localizada entre o assoalho da câmara pulpar e o ponto "a", e também valores médios da região dentinária mais próxima ao ponto "a" (Tabela 4). Essas duas regiões de dentina foram chamadas de camada média e interna, respectivamente (Figura 7).

**Tabela 4 -** Valores médios da dureza Knoop conforme a camada da furca dental.

		Camadas	
Dentes	Externa	Média	Interna
01	31,0	26,7	40,3
02	47,5	42,9	49,4
03	44,2	56,9	54,8
04	36,3	34,1	39,3
05	54,8	52,5	46,4
06	41,9	48,0	55,4
07	38,1	49,1	63,8
08	29,9	48,2	51,8
09	48,3	52,5	60,4
10	42,2	52,9	56,2
<u>x</u> ± DP	41,4±2,4	46,3±2,9	51,7±2,5

Os valores médios obtidos para cada camada de cada corpo de prova foram submetidos à análise estatística, com nível de significância de 5% ( $\alpha$  = 0,05). O programa mostrou distribuição normal das amostras sugerindo a realização de teste paramétrico por meio da Análise de Variância (one-Way ANOVA). A Tabela 5 apresenta os resultados do teste.

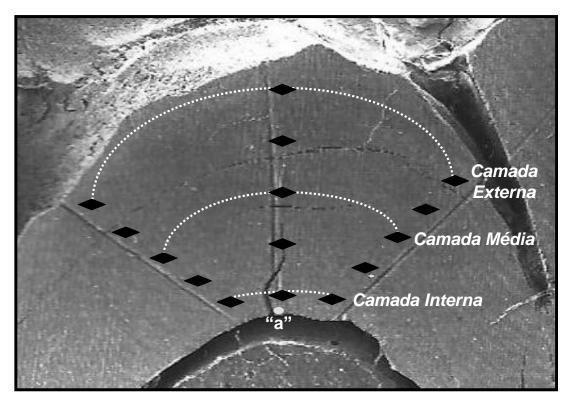


Figura 7 - Imagem da furca dental mostrando a delimitação esquemática das camadas externa, média e interna.

Tabela 5 - Resultados da Análise de Variância.

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Camadas	536,971	2	268,485	3,7663	0,0351
Resíduos	19,2 e+02	27	71,287		
Total	2461,7	29			

A Análise de Variância evidenciou que a diferença entre as medianas é significante, uma vez que o valor de p (p<0,0351) calculado é inferior a 0,05. Com a finalidade de esclarecer quais dentre as camadas apresentavam diferenças entre si, realizou-se o teste complementar de Tukey-Kramer, o qual pode ser visto na Tabela 6.

**Tabela 6 -** Teste de Tukey entre as camadas externa, média e interna.

Camadas	Médias	Valor crítico ά = 0,05
Externa	41,2▲	
Média	46,3 ▲■	3,509
Interna	51,7 ■	

Símbolos diferentes representam valores estatisticamente diferentes

Baseado no teste anterior verifica-se que a camada interna da furca dental apresenta dureza semelhante a da camada média (p>0,05), que por sua vez, é semelhante à da camada externa (p>0,05). No entanto, houve diferença significativa dos valores médios da microdureza entre as camadas interna e externa (p<0,05). A Figura 8 ilustra o gráfico da diferença das médias dos valores de microdureza entre as camadas externa, média e interna.

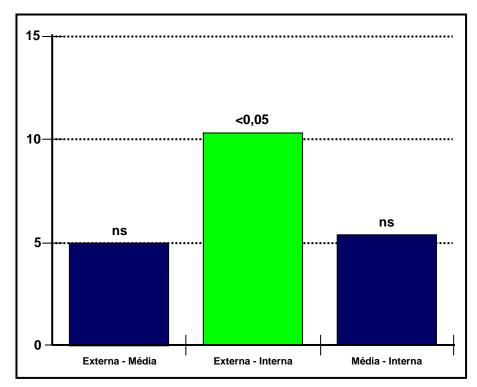


Figura 8 - Representação gráfica da diferença das médias da microdureza entre as camadas, com o grau de significância.

## 2- Análise das fotomicrografias da região da furca dental.

Pela análise das fotomicrografias das diferentes regiões da furca dental dos molares inferiores pode-se verificar que os canalículos dentinários assumem uma trajetória centrípeta no sentido do assoalho da câmara pulpar em direção ao ponto mais extremo da concavidade da furca dental. Esta característica da direção dos canalículos ocorre tanto na região central, como também, na mesial e distal da furca.

**Figura 9 -** Fotomicrografia evidenciando a direção centrípeta dos canalículos dentinários. a) região mesial (500X); b) região distal (500X); c) vista da área central da furca (300X); d) detalhe dos canalículos na região mesial (750X).

Os canalículos dentinários na camada externa apresentam-se amplos e com a luz bastante evidente (Figura 10). Na camada média os canalículos são mais atresiados, sendo que alguns parecem estar calcificados (Figuras 11 e 12), ao passo que na camada interna, a dentina assemelha-se a uma dentina esclerótica, não sendo possível a visualização dos canalículos (Figura 11). Nesta região foi possível observar canalículos desobstruídos, somente em alguns pontos isolados da área estudada (Figuras 13 e 14).

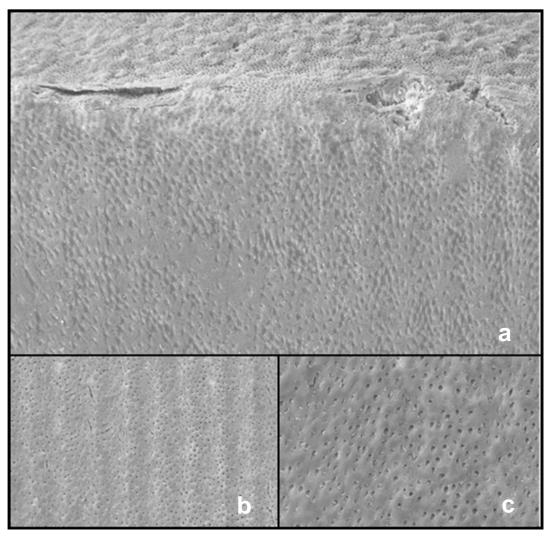


Figura 10 - Fotomicrografia da camada externa e central da furca. a) canalículos dentinários bem visíveis e amplos (500X); b) corte transversal da dentina da camada externa (1000X); c) detalhe dos canalículos dentinários evidenciando a amplitude do diâmetro (2000X).

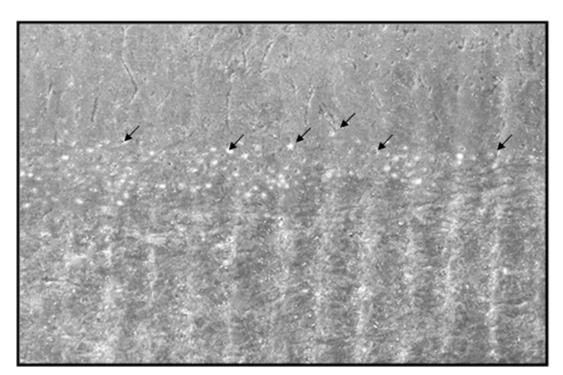
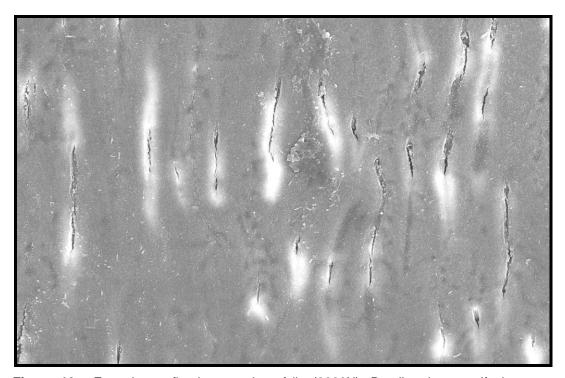
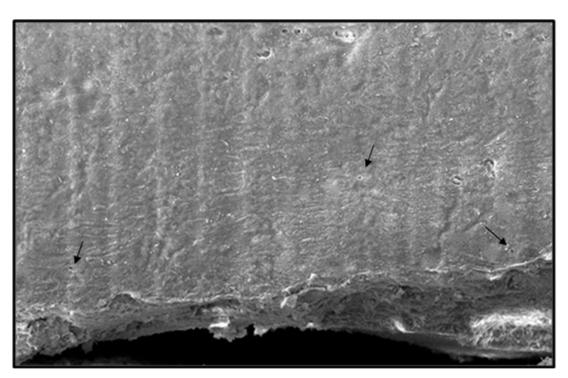


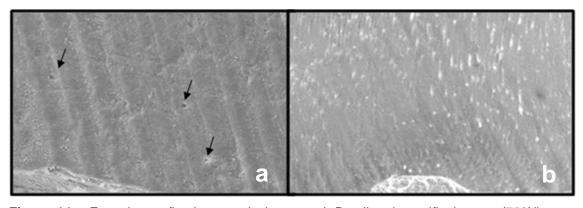
Figura 11 - Fotomicrografia da área de dentina entre a camada média e interna (500X). Na parte superior (média) nota-se maior evidencia dos canalículos dentinários em comparação a porção inferior (interna). Entre as duas camadas visualiza-se alguns canalículos calcificados (seta).



**Figura 12 -** Fotomicrografia da camada média (2000X). Detalhe dos canalículos com diâmetros mais atresiados.

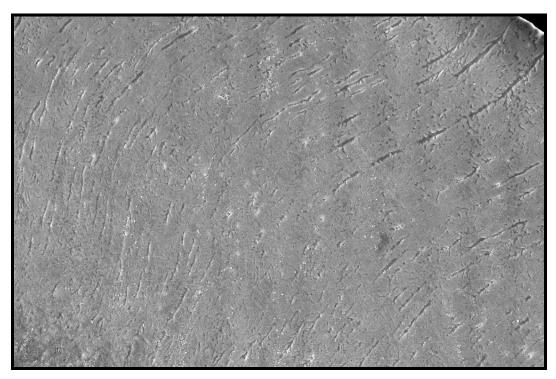


**Figura 13 -** Fotomicrografia da camada interna evidenciando a dentina esclerótica com canalículos calcificados. No detalhe (setas) pode-se verificar alguns canalículos desobstruídos em áreas isoladas da dentina (500X).



**Figura 14 -** Fotomicrografia da camada interna. a) Detalhe da região interna (750X) com alguns canalículos desobstruídos; b) Canalículos dentinários calcificados (500X).

A direção dos canalículos no sentido já descrito anteriormente, não segue uma trajetória retilínea, mas bastante sinuosa, mudando de direção constantemente e assumindo a forma de "S". Esta particularidade evidencia o limite de separação entre a dentina primária e secundária (Figuras 15, 16 e 17).



**Figura 15 -** Fotomicrografia da região distal evidenciando com clareza a mudança de direção dos canalículos dentinários (500X).

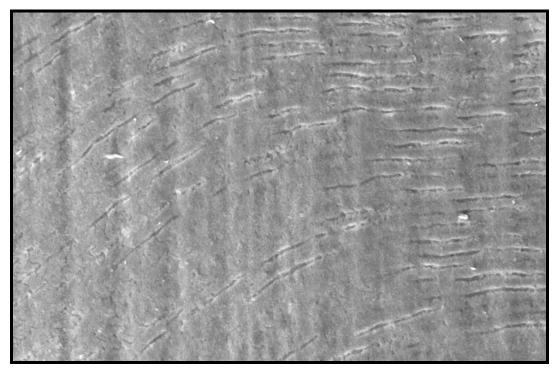
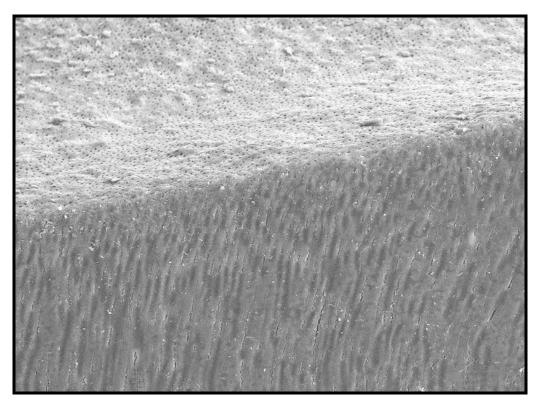


Figura 16 - Detalhe da fotomicrografia anteior (750X).



**Figura 17 -** Fotomicrografia (500X) da região mesial evidenciando parte do assoalho da câmara pulpar (superior) e corte transversal dos canalículos com a mudança de direção.

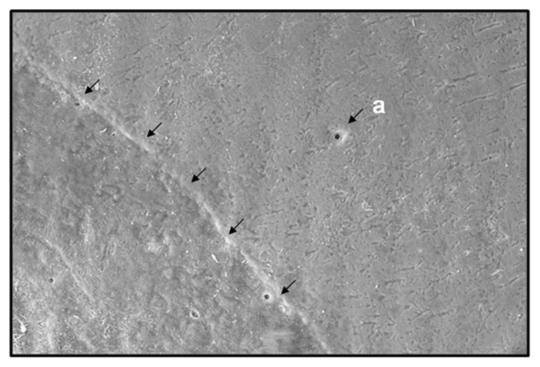


Figura 18 - Fotomicrografia (500X) da região interna evidenciando a linha de demarcação entre a dentina interna e o cemento radicular. a) O detalhe mostra um provável canal acessório na região.

Discussão

O presente trabalho teve como objetivo estudar a microdureza da dentina na região da furca, assim como, verificar por meio da MEV, a morfologia do tecido na região como complemento para melhor compreensão da propriedade mecânica. A furca, segundo o BUREAU OF LIBRARY AND INDEXING SERVICE (1950), é a área ou região compreendida entre duas ou mais divisões anatômicas normais das raízes em sua base, o que corresponde em uma visão tridimensional para os dentes birradiculares, a uma pirâmide truncada, onde a base maior esta situada no assoalho da câmara pulpar, no espaço compreendido entre as paredes pulpares dos orifícios de entrada dos canais radiculares, e a base menor da área de máxima concavidade da superfície externa da furca. Assim, no presente experimento, a furca foi delimitada pelo espaço compreendido entre duas retas ortogonais, ou seja, em ângulo reto. O vértice dessas retas foi estabelecido no ponto de máxima concavidade da face externa da furca, seguindo uma trajetória até atingir o assoalho da câmara pulpar.

Para o estudo da microdureza do tecido dental, basicamente duas metodologias são utilizadas, a da dureza Vickers e da Knoop. FUENTES et al. (2003) avaliou, por meio da dureza Vickers e Knoop, a microdureza dentinária da região periférica (próxima ao esmalte) e interna (próxima ao corno pulpar) em cortes transversais de dentes molares. O resultado mostrou que a região periférica apresentou maior dureza que a interna quando avaliada por meio da dureza Knoop, não havendo diferença entre as duas regiões quando mensuradas por meio da Vickers. O estudo de PASHLEY et al. (1985) foi bastante esclarecedor quando mostrou que a microdureza da dentina radicular diminui da dentina periférica em direção à interna, visto que o número de túbulos dentinários próximo a polpa é maior, oferecendo menor resistência nessa região (BURROW et al., 1994). Assim,

baseado nos trabalhos anteriores nos pareceu mais coerente a mensuração da microdureza, por meio da dureza Knoop.

Os resultados mostraram que a microdureza da furca dos molares inferiores apresenta uma uniformidade quando mensurada nos três longos eixos, aqui determinados de região mesial, central e distal. A microdureza da dentina próxima à raiz mesial é semelhante à da porção dentinária junto à raiz distal, que por sua vez não apresenta diferença significante em relação à microdureza do terço de dentina central. No entanto, verificou-se durante a mensuração das cinco endentações obtidas para cada região que o valor da microdureza tendia a aumentar da primeira endentação em direção à última. As endentações realizadas próximas ao assoalho da câmara pulpar apresentavam, em média, menor dureza que aquelas junto à porção de dentina mais interna da furca. Apesar dos valores médios sugerirem diferença da microdureza entre as camadas, o teste estatístico mostrou que a camada interna, definida como sendo a faixa de tecido mais próxima à concavidade da face externa da furca, apresentou dureza semelhante à da camada média, a qual mostrou-se semelhante à da camada externa. Porém, a dureza da camada interna é maior que a da camada externa. Segundo o trabalho clássico de PASHLEY (1985), pelo qual o autor estabeleceu a correlação entre a densidade dos canalículos dentinários por unidade de área e a microdureza da dentina, existe uma relação inversa entre o número de canalículos e a microdureza do tecido. As fotomicrografias da região mesial, central e distal evidenciaram que os canalículos dentinários assumem uma trajetória centrípeta em direção à camada mais interna. Teoricamente, a densidade dos canalículos na furca tende a aumentar da camada próxima ao assoalho para a mais interna. Pelo exposto, a camada externa da furca deveria ser mais dura que a média e esta, consequentemente, mais dura que a interna, o que não foi observado. No entanto, as fotomicrografias da camada interna revelaram que a dentina dessa região apresenta-se calcificada com pouquíssimos canalículos dentinários visíveis. As da camada média evidenciaram alguns canalículos calcificados e outros com diâmetros bem atresiados quando comparados aos da camada externa. Estas observações sugerem um aumento da quantidade de tecido inorgânico por unidade de área da camada interna para a externa, o que explica a diferença de dureza entre essas duas camadas.

A calcificação dos canalículos dentinários pode ocorrer devido a estímulos externos (SELTZER & BENDER, 1975; MJÖR, 1982) ou em função da idade do paciente (GARBEROGLIO & BRÄNNSTRÖN, 1976; WHITTAKER & KNEALE, 1979). No presente estudo não foi possível selecionar os espécimes por faixa etária, porém, sabe-se que os dentes cedidos para o experimento eram de indivíduos adultos. A deposição de dentina fisiológica, processo natural durante toda vida do órgão pulpar, provavelmente, promoveu a calcificação dos canalículos da camada interna da furca.

A mineralização dos túbulos dentinários, alteram a microdureza do tecido e, segundo PASHLEY et al. (1978) diminui a permebilidade da dentina, interferindo no fluxo de líquidos. PÉCORA et al. (1990) estudaram a permeabilidade do tecido dentinário na região da furca de molares inferiores. Observaram que mesmo após a instrumentação dos canais por técnicas manuais e ultrassônicas, não houve a penetração de íons cobre através dos túbulos dentinários. Justificaram que na região da furca estudada a dentina é amorfa e menos tubular que a dentina normal.

Os resultados do trabalho anterior corroboram os achados das fotomicrografias da camada média da furca, obtidas no presente estudo. As imagens dessa camada revelaram a presença de tecido dentinário semelhante à dentina

secundária descrita por PÉCORA et al. (1990). A dentina secundária reparadora é formada em resposta a uma agressão ao órgão pulpar, e caracteriza-se por apresentar-se mais amorfa e menos canalícular que a secundária fisiológica (MJÖR, 1982). As áreas de dentina calcificada e com poucos canalículos observadas nas camadas interna e média, respectivamente, pode ser mais uma justificativa pela não penetração de íons cobre através da dentina da furca.

Estudos anteriores relataram que a solução irrigante utilizada durante a biomecânica pode penetrar nos canalículos dentinários a uma distância de até 1500µm da luz do canal radicular (SALEH & ETTMAN, 1999; SLUTZKY-GOLDBERG et al., 2004, OLIVEIRA et al., 2007). A espessura média da furca dos primeiros molares inferiores é de 2,89mm e de 3,01mm nos segundos (STERRETT et al., 1996). Pelo exposto, a solução irrigante utilizada durante a biomecânica apresenta grande chance de atravessar a dentina da furca promovendo injúrias aos tecidos periapicais adjacentes à bifurcação da raiz. Com base nos resultados do presente trabalho e de PÉCORA et al. (1990) as observações dos autores citados anteriormente não parecem ser coerentes quando se trata da dentina da região da furca de molares inferiores. As características do tecido nessa região já descritas anteriormente sugerem a presença de canalículos atresiados ou mesmo calcificados na camada média e uma dentina bastante mineralizada com alto grau de dureza na área interna, diminuindo a capacidade de penetração de líquidos. De certa forma, parece que a dentina da região da furca contribui para a integridade dos tecidos periapicais adjacentes à bifurcação, impedindo que bactérias e soluções irrigantes cheguem a esses tecidos através dos túbulos dentinários. Caso contrário, a incidência de reações inflamatórias e ou infecciosas na região seria bastante comum, principalmente após o ato da irrigação durante a biomecânica dos canais radiculares.

Os estudos de anatomia interna direcionados à furca dental levaram os pesquisadores a crer que a comunicação entre a câmara pulpar e o meio externo ocorresse por meio de canais acessórios e não pelos canalículos dentinários (BURCH & HULEN, 1974; GUTMANN, 1978; PERLICH et al., 1981). Apesar de bastante controverso o assunto, a presença de canais acessórios nessa região, facilitaria o entendimento e justificaria muitos casos relacionados às patologias na área de furca. A fotomicrografia (Figura 18) da camada de dentina interna da furca mostra um provável canal acessório na região.

A literatura tem mostrado que os trabalhos direcionados à furca dental se restringem a poucos estudos realizados no passado. A área de furca dos dentes humanos em geral, deve ser mais estudada almejando a obtenção de novas informações que possam contribuir para a terapêutica endodôntica.

Conclusão

- A microdureza da furca dos molares inferiores é uniforme nos seus eixos mesial, central e distal.
- A camada interna (mais próxima à concavidade externa da furca) é mais dura que a camada externa (mais próxima ao assoalho da câmara pulpar).
- Morfologicamente, os canalículos dentinários tendem a assumir uma trajetória centrípeta em direção à camada mais interna da furca.
- 4. A dentina da região de furca parece ser um tecido bastante mineralizado, tendendo a uma maior calcificação dos canalículos à medida que se aproxima da camada interna.

AKCAY, I.; SEN, B. H. The effect of surfactant addition to EDTA on microhardness of root dentin. **J Endod**, v. 38, n. 5, p. 704-07, 2012.

ANDERSON, D.J.; RONNING, G.A. Dye diffusion in human dentine. **Arch Oral Biol**, v.7, n.4, p. 505-12, 1964.

ARI, H.; ERDEMIR, A.; BELLI, S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solutions on the microhardness and the roughness of root canal dentin. **J Endod,** v. 30, n. 11, p. 792-95, 2004.

AUBIN, J. E. New immunological approaches to studying the odontoblast. **J Dent Res**, v. 64, n.Spec., p. 515-22, 1985.

BALLAL, N.V., MALA, K., BHAT, K.S. Evaluation of the effect of maleic acid and ethylenediaminetetraacetic acid on the microhardness and surface roughness of human root canal dentin. **J Endod,** v. 36, n. 8, p. 1385-88, 2010.

BEUST, T. B. A contribution of the study a emmunity to dental caries. **Dent Cosmos**, v. 54, n. 5, p. 659-63, 1912.

BEUST, T. B. Reactions of the dentinal fibril to external irritation. **J Am Dent Assoc**, v. 18, n. 6, p. 1060-73, 1931.

BEUST, T. B. Permeability test on teeth with pulpar involvement. **J Dent Res**, v. 14, n. 2, p. 93-96, 1934.

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

BRANNSTROM, M.; GARBEROGLIO, R. The dentinal tubules and odontoblast processes. A scanning electron microscopic study. **Acta Odontol Scand**, v. 30, n. 3, p. 291-311, 1972.

BURCH, J. G.; HULEN, S. A study of the presence of accessory foramina and the topography of molar furca tions. **Oral Surg**, v. 38, n. 3, p. 451-55, 1974.

BUREAU OF LIBRARY OND INDEXING SERVICE. A study of terms; the concept "bifurcation". **J Am Dent Assoc**, v. 41, n. 8, p. 250-52, 1950.

BURROW, M. F.; TAKAKURA, H.; NAKAJIMA, M.; INAI, N.; TAGAMI, J.; TAKATSU, T. The influence of age and depth of dentin on bonding. **Dent Mater,** v. 10, n. 4, p. 241-46, 1994.

CRAIG, R. G.; GEHRING, P. E.; PEYTON F. A. Relation of estructure to the microhardness of human dentine. **J Dent Res**, v. 38, n. 3, p. 624-30, 1959.

CRUZ FILHO, A. M.; SILVA, R. G.; PÉCORA, J. D. Acción del EDTAC en la microdureza de la dentina radicular, en diferentes tiempos de aplicación. **Revista Fola Oral**, v. 2, n. 2, p. 82-90, 1996.

CRUZ-FILHO, A. M; SOUSA-NETO, M. D.; SAQUY, P. C.; PÉCORA, J. D. Evaluation of the effect of EDTAC, CDTA, and EGTA on radicular dentin microhardness. **J Endod**, v. 27, n. 3, p. 183-84, 2001.

CRUZ-FILHO, A. M.; SOUSA-NETO, M. D.; SAVIOLI, R. N.; SILVA R. G.; VANSAN, L. P.; PÉCORA, J. D. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. **J Endod**, v. 37, n. 3, p. 358-62, 2011.

DE-DEUS, G.; PACIORNIK, S.; MAURICIO, M. H. Evaluation of the effect of EDTA, EDTAC and citric acid on the microhardness of root dentine. **Int Endod J**, v. 39, n. 5, p. 401-07, 2006.

DE-DEUS, G.; ZEHNDER, M.; REIS, C.; FIDEL, S.; FIDEL, R. A. S.; GALAN Jr, J.; PACIORNIK, S. Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. **J Endod**, v. 34, n. 1, p. 71-75, 2008c.

FISH, E. W. An experimental investigation of enamel, dentine and pulp. London, 1983, John Bale, Sons; Danielsson, Ltda. apud MARSHALL, J.F.; MASSLER, M.; DUTE, H. L. Effects of endodontic treataments on permeability of root dentine. **Oral Surg**, v. 13, n. 2, p. 208-23, 1933.

FUENTES, V.; TOLEDANO, M.; OSORIO R.; CARVALHO, R. M. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. **J Biomed Mater Res**, v. 66, n. 4, p. 850-53, 2003.

FUSAYAMA, T.; MAEDA, T. Effect of pulpectomy on dentin hardness. **J Dent Res**, v. 48, n. 3, p. 452-60. 1969.

GARBEROGLIO, R.; BRÄNNSTRÖM, M. Scanning electron microscopic investigation of human dental tubules. **Arch Oral Biol**, v. 21, n. 6, p. 355-62, 1976.

GUGLIELMI, C. A.; MÜLLER RAMALHO, K.; SCARAMUCCI, T.; DA SILVA S. R., IMPARATO, J. C.; PINHEIRO, S. L. Evaluation of the furcation area permeability of deciduous molars treated by neodymium:yttrium-aluminum-garnet laser or adhesive. **Lasers Med Sci**, v. 25, n. 6, p. 873-80, 2010.

GUTMANN, J. L. Prevalence, location and patency of accessory canais in the furcation region of permanent molars. **J Periodont**, v. 49, n. 1, p. 21-26, 1978.

HALS, E. Polarized light study of giant tubules in human and red deer coronal dentin. **Scand J Dent Res**, v. 91, n. 2, p. 105-11, 1983.

HESSION, R. W. Endodontic morphology. II. A radiographic analysis. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 44, n. 4, p. 610-20, 1977.

KAYE, H.; HEROLD, R. C. Phase contrast, polarization, interference and bright field microscopic observations on the lateral branch system. **Arch Oral Biol**, v. 11, n. 3, p. 355-68, 1966.

LOPES-SILVA, A. M.; LAGES-MARQUES, J. L. Evaluation of the permeability of the furcation area of deciduos molars conditioned with Er:YAG laser and cyanoacrylate. **Pesq Odontol Bras**, v. 17, n. 3, p. 212-16, 2003.

LOTTANTI, S.; GAUTSCHI, H.; SENER, B; ZEHNDER, M. Effects of ethylenediaminetetraacetic, etidronic and peracetic acid irrigation on human root dentine and the smear layer. **Int Endod J**, v. 42, n. 4, p. 335-43, 2009.

MARSHALL, J. F.; MASSLER, M.; DUTE, H. L. Effects of endodontic treatments on permeability of root dentine. **Oral Surg**, v. 13, n. 2, p. 208-23, 1960.

MARTIN, N. D. The permeability of the Dentine to P using the direct tissue radioautography technique. **Oral Surg**, v. 4, n. 11, p. 1461-64, 1951.

MELLO, I.; COIL, J.; ANTONIAZZI, J. H. Does a final rinse to remove smear layer interfere on dentin permeability of root canals? **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 107, n. 4, p. 47-51, 2009.

MJÖR, I. A.; SHACKLEFORD, J. M. Microradiography of human pulp tissue and decalcified coronal dentine. **Arch Oral Biol**, v. 11, n. 12, p. 1307-16, 1966.

MJÖR, I. A. Human coronal dentine: structure and reaction. **Oral Surg**, v. 37, n. 5, p. 810-23, 1972.

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

MJOR, I. A.; NORDAHL, I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. **Arch Oral Biol**, Oxford, v. 41, n. 5, p. 401-12, 1996.

MOSS, S. J. Histologic study of pulpal floor of deciduos molars. **J Am Dent Assoc**, v. 70, n. 2, p. 372-79, 1965.

OLIVEIRA, L. D.; CARVALHO, C. A. T.; NUNES, W.; VALERA, M. C.; CAMARGO, C. H. R.; JORGE, A. O. C. Effects of chlorhexidine and sodium hypochlorite on the microhardness of root canal dentin. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 104, n. 4, p. e125-28, 2007.

PASHLEY, D. H. Dentin predentin complex and its permeability: Physiologic overview. **J Dent Res**, v. 64 (spec.iss), p. 613-20, 1985.

PASHLEY, D. H.; LIVINGSTON, M. J. Effect of molecular size on permeability coeficients in human dentine. **Arch Oral Biol**, v. 23, n. 5, p. 391-95, 1978.

PASHLEY, D. H.; MICHELIN, V.; KERL, M. S. Dentin permeability: Effects of smear layer removal. **J Prosth Dent**, v. 46, n. 5, p. 531-37, 1981.

PASHLEY, D. H.; NELSON, R.; KEPLER, E. E. The effects of plasma and salivar constituents on Dentin permeability. **J Dent Res**, v. 61, n. 8, p. 978-81, 1982.

PATIL, C. R.; UPPIN, V. Effect of endodontic irrigating solution on the microhardness and roughness of root canal dentin: an in vitro study. **Indian J Dent Res**, v. 22, n. 1, p. 22-27, 2011.

PECORA, J. D.; COSTA, W. F.; MAIA CAMPOS, G. Um estudo da permeabilidade dentinária do assoalho da câmara pulpar de molares inferiores humanos com raízes separadas. **Braz Dent J**, v. 1, n. 1, p. 17-24, 1990.

PERLICH, M. A.; READER, A.; FOREMAN, D. W. A scanning electron microscopic investigation of acessory foramen on the pulpar floor of human molars. **J Endod**, v. 7, n. 9, p. 402-06, 1981.

RAPP, R.; MATTHEWS, G.; SIMPSON, M.; PASHLEY, D. H. In vitro permeability of furcation dentin in permanent teeth. **J Endod**. v. 18, n. 9, p. 444-47, 1992.

RAUTIOLA, C. A.; CRAIG, R. G. The microhardness of cementum and underlying dentin of normal teeth and teeth exposed to periodontal diseases. **J Periodont**, v. 32, n. 4, p. 113-23, 1961.

SALEH, A. A.; ETTMAN, W. M. Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. **J Dent**, v. 27, n. 1, p. 43-46, 1999.

SAYIN, T. C.; SERPER, A.; CEHRELI, Z. C.; OTLU, H. G. The effect of EDTA, EGTA, EDTAC, and tetracycline-HCl with and without subsequent NaOCl treatment on the microhardness of root canal dentin. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 104, n. 3, p. 418-24, 2007.

SASSO, W. S.; ROMANI, N. F.; VILLA, N. Considerações sobre algumas variedades de dentina e sua importância para patologia. I Dentina reparativa. **Rev Fac Odont USP,** v.4, p. 191-203, 1966

SCHROEDER, L.; FRANK, R. M. High-resolution transmission electron microscopy of adult human peritubular dentine. **Cell Tissue Res**, v. 242, n. 2, p. 449-51, 1985.

SELTZER, S.; BENDER, I. B. **The Dental Pulp**. Philadelphia, J. Lilippincott Co., p. 293-98, 1975.

SLUTZKY-GOLDBERG, I.; MAREE, M.; LIBERMAN, R.; HELING, I. Effect of sodium hypochlorite on dentin microhardness. **J Endod**, v. 30, n. 12, p. 880-82, 2004.

STERRETT, J. D.; PELLETIER, H.; RUSSELL, C. M. Tooth thickness at the furcation entrance of lower molars. **J Clin Periodontol**, v. 23, n. 7, p. 621-7, 1996.

TORABINEJAD, M.; HANDYSIDES, R.; KHADEMI, A. A.; BAKLAND, L. K. Clinical implications of the smear layer in Endodontics: a review. Oral **Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, v. 94, n. 6, p. 658-66, 2002.

TRONSTAD, L. Scanning electron microscopy of attrited dentinal surfaces and subajacent dentin in human teeth. **Scand J Dent Res**, v. 81, n. 2, p. 112-22, 1973.

WAINWRIGHT, W. W.; LEMOINE. F. A. Rapid diffuse penetration of intact enamel and dentin by Carbon 14- labeled urea. **J Am Dent Assoc**, v. 41, n. 2, p.135-45, 1950.

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

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. **Rev Odont USP**, v. 1, n. 4, p. 18-23, 1987.



## Andamento do projeto - CAAE - 0043.0.138.000-11

Título do Projeto de Pesquisa

Estudo morfológico e análise da microdureza da dentina na área da furca de dentes molares inferiores.

Situação	Data Inicial no CEP	Data Final no CEP	Data Inicial na CONEP	Data Final na CONEP
Aprovado no CEP	25/07/2011 15:19:26	16/12/2011 11:09:15		

Descrição	Data	Documento	Nº do Doc	Origem
1 - Envio da Folha de Rosto pela Internet	25/07/2011 11:55:41	Folha de Rosto	FR448525	Pesquisador
2 - Recebimento de Protocolo pelo CEP (Check-List)	25/07/2011 15:19:26	Folha de Rosto	0043.0.138.000-11	CEP
3 - Protocolo APROVADO no CEP	16/12/2011 11:09:15	Folha de Rosto	2011.1.899.58.8	CEP