UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO

TIAGO ELIAS DO NASCIMENTO

**Estudo morfológico e da microdureza dentinária da região da furca
e adjacente de pré-molares superiores com raízes divergentes.**

VERSÃO CORRIGIDA

Ribeirão Preto
2013

TIAGO ELIAS DO NASCIMENTO

Estudo morfológico e da microdureza dentinária da região da furca e adjacente de pré-molares superiores com raízes divergentes.

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

2013

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

Assinatura do autor: _____

Data: ____/____/2013

Ficha Catalográfica

Nascimento, Tiago Elias

Estudo morfológico e da microdureza dentinária da região da furca e adjacente de pré-molares superiores com raízes divergentes. Ribeirão Preto, 2013.

74p.: 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

“Versão corrigida da Dissertação. A versão original se encontra disponível na Biblioteca da Unidade sede do Programa”

1. Microdureza. 2. Furca. 3. Pré-molares Superiores.

NASCIMENTO, T.E. **Estudo morfológico e da microdureza dentinária da região da furca e adjacente de pré-molares superiores com raízes divergentes**. 2013. 74p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho (Orientador)

Instituição: Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto/USP

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Dedicatória

Ao meu pai **Sérgio Romeiro do Nascimento**, minha inspiração e exemplo de dedicação ao trabalho e a família, por todo carinho e incentivo, nunca medindo esforços para proporcionar o melhor para os filhos.

À minha mãe, **Luciene Grisolia Elias do Nascimento**, pelo grande amor, carinho, dedicação aos filhos e à família.

Aos meus irmãos **Gabriel Elias do Nascimento** e **Daniel Elias do Nascimento**, pela amizade e companheirismo em todos os momentos da minha vida.

À minha amada namorada, **Mariana Elias Padilha**, fiel companheira, pelo amor, incentivo, carinho, cuidado, compreensão, por me apoiar sempre.

Ao meu sogro **Ney Agilson Padilha**, à minha sogra **Tânia Maria Elias Padilha**, à minha cunhada **Fabiana Elias Padilha** por todo carinho e apoio que me dão.

Obrigado a todos vocês, que permitiram, cada um a sua maneira, a finalização de mais uma etapa na minha vida profissional.

Amo muito todos vocês!!

Agradecimientos

A **Deus**, A Deus, pelo dom da vida, por iluminar meu caminho, dando-me paz e serenidade, muito obrigado.

Ao meu grande professor, amigo e orientador **Prof. Dr. Antonio Miranda da Cruz Filho**, sou imensamente grato por todas as oportunidades que me foram proporcionadas. Professor, pesquisador, educador, incentivador, etc e etc. Exemplo de dedicação, trabalho, honestidade, inteligência e caráter. Obrigado pela disponibilidade em todos os momentos. Agradeço também pelas contribuições para o meu crescimento pessoal e profissional. Muito obrigado.

Ao **Prof. Dr. Jesus Djalma Pécora**, grande sábio da vida e indiscutivelmente da Endodontia, pelos conselhos e ensinamentos.

Ao **Prof. Dr. Manoel Damião de Sousa Neto** pelos ensinamentos que me foram transmitidos, que certamente contribuíram para meu crescimento pessoal e profissional. Muito obrigado.

Ao Curso de Pós-Graduação do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, pela oportunidade.

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

Aos grandes amigos **Luis Eduardo Souza Flamini, Danilo Flamini Oliveira, Jorge José João Filho, Antônio Milton Preto Rodrigues, Luiz Eduardo Moraes, Danilo Balero Sorgini**, pelas amizades sinceras e por todos os momentos vividos juntos e intensas alegrias compartilhadas.

Aos colegas e amigos da pós-graduação **Graziela Bianchi Leoni, Ricardo Machado, Breno de Souza Nantes, Rafael Rezende Ribeiro, Emanuele Boschetti, Fernanda Plategher, Keila de Almeida Franceschini Polliana Vilaça da Silva, Angelo Rafael de Vito Bordin, César Penazzo Lepri, e Samuel Henrique Câmara de Bem**, pelo estímulo, ajuda e agradável convivência.

Ao amigo **Felipe Anderson Sousa dos Santos**, pela contribuição para obtenção de fotografias que compõem a obra.

Aos amigos **Gustavo Da Col Dos Santos Pinto, Rosi Helena Bestteti Da Col Dos Santos Pinto, Francisco Carlos Dos Santos Pinto e Felipe Marzola**, pelos anos compartilhados e pelas oportunidades de crescimento profissional. Muito obrigado.

À Profa. Dra. **Débora Fernandes Costa Guedes** pela sabedoria e contribuição ao longo da jornada.

À Profa. Dra. **Regina Guenka Palma Dibb**, pela grande contribuição na realização desta obra.

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

Ao secretário 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, Maria Izabel Miguel e Patricia Marchi**, muito obrigado.

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

À pós-graduanda **Juliana dos Reis Derceli** pelos ensinamentos e grande ajuda na realização da microscopia confocal de varredura a laser.

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**.

Resumo

Nascimento, T. E. **Estudo morfológico e da microdureza dentinária da região da furca e adjacente de pré-molares superiores com raízes divergentes**. 2013. 74p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a morfologia da área da furca de pré-molares superiores, por meio da microscopia Confocal de varredura a laser, bem como analisar comparativamente a microdureza dessa região com às adjacentes vestibular e palatina. Dez pré-molares superiores com raízes divergentes tiveram suas coroas seccionadas transversalmente ao meio, descartando-se a porção oclusal. As raízes vestibular e palatina 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 no sentido vestibulo-palatino, obtendo-se duas hemi-seções. Uma foi destinada ao estudo da morfologia da dentina e outra à análise da microdureza 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 por camadas (externa, média e interna) bem como por regiões (vestibular, central e palatina) da furca e adjacentes (vestibular e palatina). As médias referentes às cinco mensurações de cada região foram submetidas à análise estatística (one-way – ANOVA) ($\alpha=0,05$). Os resultados mostraram não haver diferença significativa entre as regiões analisadas ($p>0,05$), no entanto, a camada interna mostrou-se mais dura que a externa ($p<0,05$). As fotomicrografias evidenciaram que a camada externa apresenta-se bastante tubular, com canalículos amplos e visíveis, enquanto que na interna os canalículos estão totalmente calcificados. A camada média apresenta canalículos visíveis em quantidade bem menor que a externa. No sentido do assoalho da câmara em direção à camada interna, os canalículos assumem inicialmente uma trajetória sinuosa, tendendo a formar um entrelaçamento entre eles a medida que se aproximam da camada média.

Abstract

Nascimento, T. E. Morphological and dentin microhardness study of furcation and adjacent areas of maxillary premolars with divergent roots. 2013. 74p. Master Thesis - Faculty of Dentistry of Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

The aim of this study was to study the morphology of furcation areas of maxillary premolars, by confocal laser scanning microscopy (CLSM), and to evaluate comparatively the microhardness in these regions to those adjacent on vestibular and palatine. Ten maxillary premolars with divergent roots had the crowns transversely sectioned and the occlusal portions were discarded. The vestibular and palatine 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 the morphology study and the other one to the microhardness using a Knoop device with load of 10g/15s. The furcation area was established as the region between two orthogonal lines drawn from the point of maximum concavity of the outer surface of the bifurcation. Microhardness was measured by layers (superficial, middle and inner) and by regions (vestibular, central and palatine) of furcation and adjacent (vestibular and palatine). The average for the five measurements for each region was subjected to statistical analysis (one way - ANOVA) ($\alpha = 0.05$). The results showed no significant difference between the analyzed regions ($p > 0,05$), however the inner layer presented to be harder than the superficial one ($p < 0,05$). The CLSM images showed that the superficial layer is quite tubular with large and visible tubules while in the inner one the tubules are completely calcified. The middle layer showed a lower amount of visible dentin tubules than the superficial layer. From the chamber floor toward the inner layer, the tubules initially assume a winding trajectory, tending to form an interweaving among them as they approach to the middle layer.

Sumário

SUMÁRIO

Introdução.....	01
Revista da Literatura.....	07
Proposição.....	25
Material e Método.....	29
Resultados.....	37
Discussão.....	51
Conclusão.....	59
Referências.....	63
Anexo.....	71

Introdução

O órgão dental, na sua grande maioria, é constituído por dentina, o que torna as propriedades desse tecido determinantes em quase todos os procedimentos restauradores (MARSHALL et al., 1997).

O conhecimento das propriedades mecânicas da dentina permite compreender a distribuição e absorção das forças mastigatória, bem como, facilita o entendimento das alterações decorrentes das restaurações, processos patológicos e relacionados a idade do paciente (MARSHALL et al., 1997).

Na área da endodontia muitos pesquisadores tem se dedicado ao estudo da microdureza superficial do tecido dentinário (CRAIG et al., 1959; RAUTIOLA e CRAIG, 1961; FUSAYAMA e MAEDA, 1969; CRUZ-FILHO et al., 1996; CIRANO et al., 2004; CRUZ-FILHO et al., 2011).

A dureza superficial é a medida da resistência à deformação plástica que os materiais, ou os diferentes substratos apresentam (MECHOLSKY, 1995). Essa propriedade está diretamente relacionada à força de ligação dos átomos e pode ser avaliada, por meio de três ensaios diferentes: penetração, risco ou choque. Habitualmente, dois dos ensaios de penetração são utilizados nas pesquisas odontológica: o de dureza Vickers e o de dureza Knoop (SOUZA, 1982).

Um dos primeiros trabalhos descrevendo a variação da microdureza nas diferentes áreas do tecido dentinário, mostrou que a microdureza tende a aumentar à medida que se distancia da polpa dental (CRAIG et al., 1959; RAUTIOLA e CRAIG, 1961).

O estudo da correlação entre a densidade dos canalículos dentinários por unidade de área e a microdureza da dentina, evidenciou haver uma relação inversa

entre o número de canalículos e a microdureza do tecido dentinário (PASHLEY 1985).

Ao longo do tempo, vários autores se preocuparam, não só em investigar a microdureza superficial da dentina, como também, o efeito de soluções quelantes e desmineralizantes sobre essa propriedade (CRAIG et al., 1958; FUSAYAMA e MAEDA, 1969; FAIRBANKS et al., 1997; CRUZ-FILHO et al., 2001; FUENTES et al., 2003; ARI et al., 2004; SAYIN et al., 2007; De-DEUS et al., 2008; LOTTANTI et al., 2009; CRUZ-FILHO et al., 2011; PATIL e UPPIN, 2011; PIMENTA et al., 2012; AKCAY e ŞEN, 2012; ZAPAROLLI et al., 2012; GARCIA et al., 2013).

A microdureza superficial já foi alvo de estudo nas mais variadas regiões do tecido dentinário, inclusive sobre a luz do canal radicular (CRUZ-FILHO et al., 2011). No entanto, apesar da relevância do assunto, pouca atenção tem sido dispensada à área da furca dental. O que se observa, até então, são cuidados práticos tomados pelo profissional para não toca-la com instrumentos, seja durante a cirurgia de acesso, bem como, durante a fase da biomecânica.

A palavra furca, segundo texto publicado pelo Bureau of Library and Indexing Service, em 1950, expressa uma área ou região localizada entre duas ou mais raízes, anatômica e normalmente divididas em sua base.

Alguns artigos sobre a anatomia interna dessa região foram registrados durante a segunda metade do século XX (BRÄNNSTRÖM e GARBEROGLIO, 1972; HESSION, 1977; GUTMANN, 1978; PERLICH et al., 1981).

As restritas informações contidas na literatura revelam que a furca dos molares inferiores apresenta espessura média de 2,89mm para os primeiros e de 3,01mm para os segundos (STERRETT et al., 1996). Morfologicamente, os

canalículos dentinários dessa região assumem uma trajetória centrípeta do assoalho da câmara pulpar em direção à bifurcação das raízes (FLAMINI, 2012).

A furca dos molares inferiores é constituída, em grande parte, por uma dentina amorfa e menos canalicular que a dentina primária, sendo altamente resistente à penetração de fluidos (PÉCORA et al., 1990). No entanto, o uso de EDTA utilizado durante a biomecânica, alternado ou associado à solução de hipoclorito de sódio é capaz de reduzir, significativamente, a microdureza dessa área (ZAPAROLLI et al., 2012).

Observa-se pelas informações contidas na literatura que a morfologia do tecido dentinário na área da furca sugere apresentar características próprias e diferentes das demais regiões do elemento dental.

Diversas metodologias são sugeridas para o estudo da morfologia do tecido dentinário: o histoquímico (PÉCORA et al., 1990); a imunofluorescência microscópica (AUBIN, 1985); diferentes tipos de microscopia de luz, como a polarizada (HALS, 1983); microscopia de fase contraste e de interferência (KAYE e HEROLD, 1966); microscopia eletrônica de transmissão (SCHROEDER e FRANK, 1985); microradiografia (MJOR e SHACKLEFORD, 1966); movimentação de fluidos (RAPP et al., 1992) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) (PASHLEY, 1985; MELLO et al., 2009). Recentemente, pesquisadores tem utilizado a microscopia Confocal de varredura a laser para investigar o grau de penetração de materiais obturadores e de bactérias através dos túbulos dentinários. O método adotado, segundo os estudiosos, é mais vantajoso que a MEV e que outras metodologias usadas para essa finalidade (ORDINOLA-ZAPATA et al., 2009; WANG et al., 2012).

Estudar a morfologia e a microdureza do assoalho da câmara pulpar dos dentes multirradiculares torna-se oportuno para o conhecimento e embasamento do

profissional proporcionando melhor entendimento do assunto e maior segurança durante a realização da terapêutica endodôntica.

Revista da Literatura

Em 1950, o Bureau of Library and Indexing Service publicou um texto com intuito de esclarecer o significado da palavra furca. De acordo com a publicação, furca é a área ou região compreendida entre duas ou mais divisões anatomicamente normais das raízes em suas bases.

Com objetivo de estudar as propriedades mecânicas da dentina e do esmalte, CRAIG (1958) investigou as características desses tecidos, por meio da dureza Knoop. Este estudo permitiu a obtenção de informações específicas sobre a microdureza dos tecidos dentais. No ano seguinte, RAUTIOLA e CRAIG correlacionaram os valores da microdureza dentinária obtidos em diferentes regiões. Utilizando-se de ensaios de dureza Knoop, os autores concluíram que a dentina na região da junção dentina-esmalte e adjacente à câmara pulpar apresenta menor microdureza que a dentina ao seu redor. Salientaram que o tecido dentinário subjacente à lesão de cárie é mais duro que a dentina normal, bem como, a dentina translúcida é menos dura que a fisiológica.

Na década de sessenta diferentes métodos foram propostos para a investigação dos tecidos dentais. KAYE e HEROLD, em 1966, utilizaram a microscopia de fase-contraste e de interferência para o estudo morfológico da dentina humana. No mesmo ano, MJOR e SHACKLEFORD empregaram a microrradiografia para pesquisar a polpa e a dentina coronária.

Com a finalidade de esclarecer quais os fatores que poderiam alterar as propriedades biomecânicas da dentina, FUSAYAMA e MAEDA (1969) avaliaram os efeitos da pulpectomia na microdureza dentinária. Os estudiosos concluíram que a dentina de dente despolpado é mais mole que a de dente com vitalidade pulpar.

As características e a morfologia do tecido dentinário foram alvo de diversos estudos. BRÄNNSTRÖM e GARBEROGLIO (1972) estudaram os túbulos

dentinários e os processos odontoblásticos por meio da microscopia eletrônica de varredura. Para isto, utilizaram pré-molares de pacientes jovens, recém extraídos por motive de fratura. A partir das imagens obtidas, os autores observaram que os túbulos assumiam uma trajetória divergente no sentido da polpa para o cemento. Os processos odontoblásticos no interior dos canalículos foram encontrados a uma distância de um quarto do comprimento total do túbulo, a partir da polpa. Em alguns canalículos, os processos foram vistos entre 0,4 mm e 0,7mm da polpa. Na área de pré-dentina eles são revestidos por uma espécie de membrana e a medida que aproxima-se da periferia da raiz, a dentina interna dos túbulos parece estar envolta por substância amorfa.

Em 1978, GUTMANN estudou a prevalência e a localização de canais acessórios na região da furca de molares. Foram utilizados 51 dentes hígidos, nos quais aplicou-se corante na câmara pulpar para evidenciação do sistemas de canais radiculares na região de estudo. Os resultados mostraram que 15,5% dos molares inferiores apresentaram canais acessórios, enquanto que nos molares superiores este índice foi de 23,5%. Diante dos achados, o autor concluiu haver uma via de comunicação entre a câmara pulpar e a superfície externa do dente, por meio de canais acessórios.

SELTZER e BENDER (1975) observaram que a dentina secundária regular é formada mais no assoalho e no teto da câmara pulpar do que nas paredes laterais. 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. Em 1976, GARBEROGLIO e BRÄNNSTRÖM estudaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a quantidade e amplitude dos canalículos dentinários nos dentes humanos. Verificaram a presença

de aproximadamente 45.000 canalículos por milímetro quadrado e diâmetro variando em torno de 2,5 μm , nas proximidades do tecido pulpar. Entretanto, 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 amelodentinária o número reduziu para 20.000 canalículos com diâmetros médios de 0,9 μm . No ano seguinte, HESSION avaliou, radiograficamente, a morfologia dos canais radiculares de 164 dentes humanos extraídos. As radiografias foram examinadas sob ampliação, após a infusão de contraste radiopaco no sistema de canais radiculares, por meio de vácuo. A partir dos resultados concluiu-se que o número e forma dos canais eram correspondentes ao número e forma das raízes que os continham, com algumas exceções. Observou-se que a incidência de canais laterais para o grupo de incisivos e caninos superiores foi maior que a esperada. Os primeiros pré-molares apresentaram 2 canais principais e 2 raízes, enquanto que os segundos pré-molares, na proporção de 5:3, dois canais e uma raiz e, um canal e uma raiz. Dos 9 primeiros molares analisados, 7 mostraram-se com 4 canais, 1 com 5 e, 1 com 3 canais. Metade das amostras dos incisivos inferiores continha de 2 a 3 canais. Dois anos depois, WHITTAKER e KNEALE (1979) quantificaram, por meio da 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 direcionam rumo ao ápice.

Em 1981, PERLICH et al. investigaram, por meio da MEV, o assoalho da câmara pulpar de 62 molares humanos extraídos, sendo metade da amostra superiores e a outra, inferiores. Verificaram que 8% dos espécimes apresentaram foraminas no assoalho da câmara, com diâmetros que variaram de 7 a 37 μm .

MJÖR (1982) estudou os fatores que interferem na permeabilidade dentinária. 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.

Novos estudos sobre a morfologia da dentina surgiram em 1983, nos quais HALS, por meio da microscopia de luz polarizada, estudou as características dos túbulos dentinários gigantes e verificou que esses canalículos são revestidos por um manto colágeno de espessura média entre 5 e 15 μm . Observou que a camada de colágeno é constituída de fibras dispostas paralelamente ao longo eixo do túbulo dentinário. O autor salientou que, apesar da estrutura analisada pertencer a dentes de cervos, a morfologia apresenta semelhança com as de dentes humanos. Em 1985, AUBIN, por meio de uma nova metodologia, a imunofluorescência microscópica, pesquisou a morfologia, função e diferenciação dos odontoblastos. No mesmo ano, PASHLEY et al. publicaram um artigo que correlacionou a densidade canalicular por unidade de área e a microdureza dentinária. Nesse artigo os autores relataram que quanto maior o número de canalículos dentinários numa determinada região menor a microdureza do tecido, estabelecendo assim, uma relação inversa entre a microdureza e quantidade de túbulos por área. Salientaram, ainda, que a microdureza da dentina radicular diminui da região periférica em direção à porção próxima ao canal radicular.

O trabalho de PASHLEY et al. (1985) proporcionou maior conhecimento sobre a dentina humana, bem como despertou a curiosidade de pesquisadores em investigar mais detalhadamente o tecido dentinário. Assim, SCHROEDER e FRANK (1985), por meio da técnica de microscopia eletrônica de transmissão, estudaram a morfologia da dentina com enfoque às características dos monocristais constituintes

da dentina peritubular. Mais tarde, PÉCORA et al. (1990) avaliaram a permeabilidade dentinária do assoalho da câmara pulpar em molares inferiores com raízes separadas. Os resultados mostraram que a solução de Dakin não altera a permeabilidade dessa região. O fato da furca de molares inferiores apresentar dentina mais amorfa e menos canalicular que a normal, dificulta significativamente a penetração de íons através dos canalículos. Dois anos depois, RAPP et al. estudaram a permeabilidade dentinária na região de furca de dentes permanentes. Utilizaram terceiros molares inclusos extraídos, os quais tiveram a metade oclusal da coroa e a porção apical das raízes removidas 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.

BURROW et al., 1994 avaliaram a influência da idade e da profundidade da dentina na capacidade de adesividade de diferentes sistemas adesivos. Foram utilizados dentes molares humanos de jovens e idosos e analisadas as porções de dentina superficial e profunda. Três sistemas adesivos foram submetidos ao teste e posteriormente, à análise estatística. Concluíram que a idade do paciente, bem como a profundidade do tecido dentinário não influenciam na adesividade dos sistemas testados.

O artigo publicado por MECHOLSKY, em 1995, sobre os princípios mecânicos de fratura dos materiais odontológicos favoreceu o entendimento sobre o conceito de dureza. O autor relatou que dureza é a resistência de um material à rápida propagação de fissuras. Nesse artigo foram elencadas várias equações

matemáticas pelas quais é possível analisar a resistência a fratura de diferentes materiais.

O efeito do EDTAC sobre a microdureza dentinária, em diferentes tempos de aplicação foi analisado por Cruz-Filho et al. (1996). Por meio desse estudo os pesquisadores observaram que a dentina próxima ao órgão pulpar apresenta menor dureza que a dentina adjacente ao cimento. Verificaram também, que o terço cervical da raiz apresenta-se mais duro que o apical. Os resultados mostraram que a redução da microdureza faz-se sentir no primeiro minuto de aplicação da solução, e que a microdureza da dentina é diminuída em função do tempo de aplicação do agente quelante.

MJOR e NORDAHL (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.

Em 1996, STERRETT et al. preocuparam-se em estudar a relação entre a espessura da furca de molares inferiores e a idade do paciente. Verificaram que no primeiro molar inferior a espessura média foi de 2,89 mm, ao passo que no segundo molar foi de 3,01 mm. Concluíram não haver uma relação direta entre a idade do paciente e a espessura da furca. No ano seguinte, MARSHALL et al. avaliaram os efeitos do ácido fosfórico e cítrico em diferentes concentrações e pH, na desmineralização do tecido dentinário. Nesse trabalho os pesquisadores relacionaram as características da corrosão e a profundidade do tecido dentinário.

Observaram não haver diferença significativa entre o índice de corrosão da dentina superficial em relação à profunda quando tratada com ácido fosfórico. Salientaram que diminuindo-se o pH de ambos os ácidos aumentava-se, significativamente, o efeito corrosivo, no entanto, a maior ação corrosiva foi visualizada com o ácido cítrico.

Novas soluções quelantes e desmineralizantes introduzidas na Odontologia despertaram o interesse de pesquisadores em investigar a ação desses agentes sobre o tecido dentinário. Assim, Fairbanks et al, (1997) estudaram a capacidade quelante do EDTA, EDTAC e EDTA-T pela análise da microdureza da dentina radicular. As soluções testadas foram aplicadas sobre a dentina radicular pelo tempo de 5 minutos, sendo verificada a dureza Vickers após este tempo. A análise estatística evidenciou que todas as soluções reduziram a microdureza e que o EDTA e EDTA-T agiram de modo semelhante. A solução de EDTAC foi a mais eficiente, no tempo pesquisado. Em 1999, SALEH e ETTMAN avaliaram o efeito de diferentes soluções irrigadoras na microdureza da dentina radicular. Para tal, utilizaram dezoito incisivos superiores, nos quais foram mensuradas a microdureza à distância de 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 reduziram a microdureza.

Cruz-Filho et al. (2001) pesquisaram a ação de três soluções quelantes sobre a microdureza da dentina radicular. Cinco incisivos centrais superiores tiveram suas coroas seccionadas e as raízes montadas em blocos de resina acrílica. Os espécimes foram cortados transversalmente aproveitando-se apenas o segundo corte da região cervical, o qual foi dividido em quatro partes. Cada quadrante foi submetido a ação de uma solução, conforme o agente quelante: EDTAC 15%, CDTA

1% e EGTA 1%. A água destilada e deionizada serviu como controle. Aplicaram-se sobre o corpo de prova 50 µL da solução a ser testada por um período de 5 minutos. A microdureza foi avaliada por meio de um aparelho de dureza Vickers com carga de 50 g durante 15 segundos. Os resultados mostraram que as 3 soluções avaliadas reduziram a microdureza dentinária de forma semelhante entre si.

De acordo com a revisão bibliográfica realizada por TORABINEJAD et al. (2002), ficou bem estabelecido que a instrumentação do canal radicular promove a formação da *smear layer*. Segundo os autores há vários métodos utilizados para a sua remoção, no entanto, ressaltam que a manutenção ou não dessa camada, ainda é bastante controverso no âmbito científico.

FUENTES et al., em 2003, avaliaram a microdureza da dentina radicular humana, por meio das durezas Vickers e Knoop. As raízes de terceiros molares foram cortadas transversalmente e a microdureza analisada em duas regiões diferentes: periférica (próxima ao esmalte) e interna (próxima ao corno pulpar). Os resultados evidenciaram que a região periférica é mais dura que a interna quando avaliadas por meio da dureza Knoop, no entanto, não houve diferença entre as regiões quando analisadas pela dureza Vickers. No ano seguinte, ARI et al. analisaram o efeito de diferentes soluções sobre a microdureza e rugosidade da dentina radicular. Utilizaram 90 dentes anteriores inferiores, os quais tiveram as coroas removidas na junção cimento-esmalte. Os dentes foram seccionados longitudinalmente, originando 180 espécimes e distribuídos em 6 grupos de acordo com a solução utilizada: GI - NaOCl 5,25%; GII - NaOCl 2,5%; GIII - H₂O₂ 3%; GIV - EDTA 17%; GV - gluconato de clorexidina 0,2% e GVI – água destilada (controle). Cada grupo foi subdividido em 2 sub-grupos de 15 espécimes cada. Parte foi destinada ao teste de dureza Vickers e a outra metade utilizada na análise da

rugosidade. Os resultados evidenciaram que todas as soluções, exceto a clorexidina 0,2%, diminuíram, significativamente, a microdureza. Os grupos H₂O₂ 3% e clorexidina 0,2% não tiveram nenhum efeito sobre a rugosidade dentinária. Concluíram que o gluconato de clorexidina 0,2% parece ser a solução irrigante ideal visto o seu efeito inócuo sobre a microdureza e rugosidade da dentina radicular. Em 2004, CIRANO et al. avaliaram a microdureza da dentina e cemento radiculares de 30 caninos. Os dentes tiveram a coroa e a porção cervical da raiz descartadas. A microdureza da dentina foi avaliada em 3 regiões: 1 - de 0,05 a 0,1mm da junção dentina-cimento; 2 – de 0,3 a 0,5mm da junção dentina-cimento; 3 – de 0,8 a 1,0mm da junção dentina-cimento. O cemento devido a sua limitada espessura não foi dividido em regiões, mas sim, analisado como um todo. Concluíram que a microdureza na região 2 foi estatisticamente maior que na 3, que por sua vez, maior que a 1. O cemento apresentou menor dureza que o tecido dentinário radicular.

SLUTZKY-GOLDBERG et al. (2004) 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%.

OLIVEIRA et al. (2007) avaliaram o efeito de diferentes soluções irrigantes na microdureza dentinária. Trinta dentes humanos unirradiculares foram seccionados transversalmente nos terços cervical, médio e apical, originando 90 espécimes. Posteriormente realizou-se a distribuição das raízes em três grupos, de acordo com a solução utilizada: GI – soro fisiológico; GII – clorexidina 2%; GIII – NaOCl 1%. Avaliou-se a microdureza Vickers a 500 e 1000 µm da interface polpa-dentina. Os resultados mostraram que os espécimes do GII e GIII tiveram a microdureza

reduzida significativamente em relação aos do GI. O efeito redutor foi observado tanto a 500 como a 1000 μm do canal radicular.

Em 2007, SAYIN et al. avaliaram o efeito de diferentes soluções irrigantes como EDTA, EGTA, EDTAC e HCl/tetraciclina sobre a microdureza dentinária. Para isto, utilizaram trinta raízes de dentes unirradiculares, as quais foram seccionadas longitudinalmente e incluídas em resina acrílica. Os espécimes foram distribuídos em grupos de acordo com a solução a ser testada: GI- NaOCl 2,5%; GII- EDTA 16%; GIII- EDTAC 15%; GIV- EGTA 17% e; GV- HCl/tetraciclina 1%. A superfície dentinária foi tratada com as soluções durante 5 minutos. Ao final, com exceção do GI, os espécimes receberam irrigação com NaOCl, sendo lavados em seguida com água destilada. A microdureza foi avaliada nos três terços da raiz, por meio de um microdurômetro com carga de 200g por 20 segundos. Os resultados mostraram que todos os grupos reduziram a microdureza. O uso do EDTA isolado e combinado com hipoclorito de sódio foi significativamente mais eficiente na redução. Os tratamentos combinados com NaOCl reduziram a microdureza, numa proporção muito maior em relação ao uso da solução isoladamente. No ano seguinte, DE-DEUS et al. analisaram a capacidade de desmineralização do EDTA 17%, EDTAC 17% e ácido cítrico sobre o tecido dentinário. Aplicou-se 1 mL da solução nos tempos e 15, 30, 60, 180 e 300 s sobre os espécimes obtidos da porção cervical da raiz de molares superiores. Os resultados mostraram que o ácido cítrico apresentou a maior capacidade de desmineralização em todos os períodos, exceto aos 300 s quando o EDTA mostrou-se similar.

Em 2009, LOTTANTI et al. avaliaram a capacidade de desmineralização e de remoção da *smear layer* das paredes dentinárias após os seguintes tratamentos: GI- NaOCl 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- NaOCl 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. Os autores observaram que a mistura de NaOCl e ácido etidrônico removeu menor quantidade de íons cálcio que os grupos anteriores e mostrou-se semelhante ao grupo do NaOCl, o qual não teve nenhum efeito desmineralizante. Os grupos do EDTA e ácido peracético foram semelhantes entre si. No terço cervical o EDTA apresentou-se ligeiramente superior ao ácido peracético, porém, nos terços médio e apical as 3 soluções avaliadas comportaram-se de forma semelhante. Todos os protocolos de irrigação resultaram em remoção significativa da *smear layer*.

MELLO et al. (2009) avaliaram, por meio da microscopia eletrônica de varredura, a influência da irrigação final na remoção de *smear layer* e na permeabilidade dentinária. Utilizaram-se 40 dentes humanos anteriores, os quais foram instrumentados e distribuídos em 4 grupos, de acordo com a solução utilizada: GI (controle) - NaOCl 1%; GII – EDTA 17%; GIII – EDTAT 17%; e GIV - Biopure MTAD. Os resultados apontaram que a menor permeabilidade dentinária foi observada no terço apical dos espécimes tratados com EDTAT. Todas as soluções quelantes foram capazes de remover a *smear layer*. Os pesquisadores concluíram não haver correlação entre a permeabilidade dentinária e a remoção da camada de *smear*.

ORDINOLA-ZAPATA et al. (2009) avaliaram, por meio da microscopia confocal de varredura a laser, a profundidade e a porcentagem de penetração de diferentes cimentos obturadores nos túbulos dentinários. Para isso, utilizaram 30

dentes humanos unirradiculares superiores os quais foram distribuídos em 3 grupos de acordo com o material obturador empregado: GI - Sealer 26; GII – Sealapex e; GIII – GuttaFlow. Utilizou-se a técnica de condensação lateral para a obturação dos espécimes. Na sequência, os mesmos foram seccionados a 3 e 5mm do ápice e analisados em Confocal. Em relação a profundidade de penetração, as fotomicrografias evidenciaram que no GII o cimento atingiu os maiores índices, não havendo diferença entre GI e GIII. No entanto, quanto a porcentagem de penetração do material não foi encontrada diferença entre os grupos.

CRUZ-FILHO et al. (2011) avaliaram o efeito de diferentes soluções quelantes na microdureza da dentina da luz do canal radicular. Trinta e cinco incisivos superiores humanos foram seccionados longitudinalmente em duas hemi-seções. Foram depositados 50µl de solução diretamente no canal radicular, conforme os grupos : EDTA 15%, ácido cítrico 10%, ácido málico 5%, ácido acético 5%, vinagre de maçã e citrato de sódio 10%. No grupo controle não houve o uso de solução. Os autores concluíram que o EDTA e o ácido cítrico foram as soluções mais eficientes na redução da microdureza dentinária.

PATIL e UPPIN (2011) avaliaram o efeito das soluções irrigantes, mais comumente utilizadas, na microdureza e rugosidade da dentina radicular. Utilizaram-se dentes incisivos superiores e inferiores, os quais foram distribuídos em 6 grupos, de acordo com a solução utilizada: NaOCl 5,0%, NaOCl 2,5%, peróxido de hidrogênio 3%, EDTA 17%, Gluconato de clorexidina 0,2% e água destilada. Em todos os grupos, as soluções permaneceram sobre a dentina por 15 minutos, sendo em seguida realizado as análises da dentina. Pode-se observar, por meio dos resultados, que o NaOCl 2,5% promoveu a maior redução da microdureza dentinária em relação as demais soluções. O EDTA apresentou os maiores valores de

rugosidade.

AKCAY e ŞEN (2012) investigaram o efeito da adição de diferentes concentrações de Cetrimida ao EDTA na microdureza dentinária. Vinte e cinco dentes humanos unirradiculares foram seccionados longitudinalmente e as hemi-seções distribuídas em 5 grupos, conforme a solução utilizada: I- EDTA 5%, II- EDTA 5% + cetrimida 0,25%; III- EDTA 5% + cetrimida 0,5%; IV- cetrimida 0,25%; V- cetrimida 0,5%. Os espécimes receberam 50mL da solução teste por 1 minuto, sendo em seguida submetidos ao teste de dureza Vickers com 50g de carga, por 10 segundos. Os resultados mostraram que todas as soluções reduziram a microdureza. Apesar de não haver diferença estatística entre os grupos os menores valores da microdureza foram observados no grupo do EDTA com cetrimida 0,50%.

FLAMINI (2012) estudou a morfologia e microdureza da área da furca de molares inferiores com raízes separadas. Para o experimento foram utilizados 10 molares, os quais tiveram a porção média da coroa cortada transversalmente. As raízes foram seccionadas próximas a porção cervical. O remanescente dental contendo a furca foi incluído em acrílico de rápida polimerização e cortado longitudinalmente no sentido mesio-distal. Uma hemi-seção foi destinada à análise da microdureza e a outra, ao estudo morfológico da dentina. O autor verificou que a camada localizada próxima ao assoalho da câmara pulpar apresentou menor dureza que a camada próxima à bifurcação das raízes. Morfologicamente, os canalículos dentinários assumem direção centrípeta rumo ao ponto externo da furca.

WANG et al. (2012) avaliaram, por meio da microscopia confocal de varredura a laser, o efeito de diferentes soluções desinfetantes em biofilmes de *Enterococcus faecalis* jovens e adultos. As bactérias foram introduzidas nos túbulos dentinários por centrifugação e após 1 dia e 3 semanas de incubação, os 40 espécimes foram

submetidos a irrigação por 1 e 3 minutos, com as seguintes soluções: NaOCl 2%, NaOCl 6%, clorexidina 2% e QMiX. A proporção de bactérias vivas e mortas foi avaliada por meio de imagens geradas pela microscopia confocal. Os resultados mostraram que uma quantidade menor de bactérias foram mortas no biofilme de 3 semanas em relação a de 1 dia. Três minutos de exposição às soluções resultou em mais bactérias mortas que 1 minuto de exposição, em ambos os biofilmes. O NaOCl 6% e o QMiX foram os grupos mais eficientes no combate ao biofilme jovem. Em relação ao biofilme de 3 semanas, o grupo do NaOCl 6% mostrou-se mais efetivo. Observou-se que a ação da solução de NaOCl 2% foi semelhante à clorexidina 2%.

ZAPAROLLI et al., (2012) avaliaram o efeito do uso do EDTA de forma isolada e alternada com hipoclorito de sódio sobre a microdureza da dentina da furca de molares inferiores. Os pesquisadores utilizaram 20 dentes molares inferiores humanos, os quais foram distribuídos em 4 grupos conforme os protocolos de irrigação: GI- NaOCl 1%; GII- EDTA 17%; GIII- NaOCl 1% e EDTA 17%, GIV- água destilada (controle). Os espécimes foram submetidos a ensaios de dureza knoop, e os dados submetidos à análise estatística. Concluíram que todas as soluções testadas, com exceção do grupo controle, reduziram significativamente a microdureza dentinária.

GARCIA et al. (2013) avaliaram o efeito de três diferentes formas de apresentação de hipoclorito de sódio sobre a microdureza dentinária. Foram utilizados 24 dentes humanos recém extraídos, os quais tiveram as raízes seccionadas transversalmente nos terços cervical e apical, originando 48 espécimes. Estes foram distribuídos em 3 grupos (n=16), de acordo com a forma de apresentação do agente irrigante: GI – hipoclorito de sódio 2,5%; GII - Chlor-XTRA; GIII – hipoclorito de sódio gel 5,5%. Cada grupo foi sub-dividido em 2 sub-grupos

conforme o terço da raiz utilizado, cervical e apical. A microdureza foi mensurada antes e após a aplicação das soluções. Os autores verificaram que em todos os grupos houve redução da microdureza, no entanto, não apresentaram diferença significativa entre si, independentemente do terço analisado.

Proposição

O objetivo do presente trabalho foi estudar, por meio da microscopia Confocal de varredura a laser, a morfologia da furca de pré-molares superiores com raízes divergentes, bem como analisar comparativamente a microdureza dessa região com a dentina adjacente.

Material e Método

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 pré-molares superiores com raízes divergentes 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.

Inicialmente, os espécimes foram examinados, por meio de lupa (2X) para constatação da formação completa das raízes e ápices. Na sequência foram radiografados no sentido próximo-proximal para verificar a presença de nódulos pulpares, calcificação da câmara pulpar e ou do canal radicular e área de reabsorção interna. Os exemplares que não contemplavam as exigências mínimas eram substituídos.

Os dentes foram inseridos no interior de moldes de silicone, incluídos em acrílico de rápida polimerização e levados à uma máquina de corte (Struers – Minitom, Copenhagen, Denmark). O conjunto formado dente/bloco de resina recebeu 2 cortes transversais, sendo o primeiro realizado próximo a porção média da coroa anatômica, descartando-se a porção oclusal. O segundo foi direcionado às raízes vestibular e palatina, no terço cervical próximo a bifurcação da raiz. As porções radiculares referentes aos terços médio e apical foram desprezadas.

Realizou-se, ainda, um terceiro corte no qual o disco de diamante, quando acionado, seguiu uma trajetória passando pelo longo eixo do dente, no sentido vestibulo-palatino. Dessa forma obtiveram-se duas hemissecções, uma destinada à análise da microdureza e a outra ao estudo da morfologia da dentina.

Cada hemisseccção foi lixada 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 disco de feltro (Diamond, FGM, Joinville, Brasil) auxiliado com alumina (Alpha micropolish LC da Union Carbide). Durante essa fase, utilizou-se como recurso visual uma lupa de 40X de aumento para constatação da lisura da dentina. Ao final, os espécimes foram lavados em água corrente por 4 horas para eliminação dos resíduos das lixas e da pasta de alumina.

1- Análise da microdureza dentinária

Após esses procedimentos partiu-se para a delimitação da área da furca. Baseado na metodologia empregada por Pécora et al. (1990), 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 1A).

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

A mensuração da microdureza foi realizada por meio de um aparelho de dureza Knoop (Shimadzu HMV-2000, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan), ajustado com carga de 10g durante 15 segundos.

A leitura da microdureza foi realizada em 3 regiões da furca dental e em 2 regiões adjacentes à área da furca. A primeira região da furca analisada seguiu uma trajetória paralela à reta ortogonal traçada próxima a porção vestibular; a segunda região acompanhou à reta ortogonal oposta, junto a porção palatina; e a terceira seguiu uma bissetriz entre as duas retas anteriores (Figura 1B).

Realizaram-se para as regiões da furca 5 edentações para cada uma delas, 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 edentações (Figura 1B).

Foram consideradas regiões adjacentes à furca a porção de dentina localizada para vestibular e palatina à furca, além dos canais radiculares respectivos. Traçou-se uma linha, com lâmina de bisturi número 15, passando pelas embocaduras dos canais vestibular e palatino chegando até a face externa da raiz. A primeira edentação foi realizada imediatamente e apicalmente à linha traçada, seguindo trajetória paralela ao canal radicular em direção ao terço médio da raiz. Foram obtidas 5 edentações com distância padronizada de 200µm entre elas para cada região adjacente (Figura 1C).

Figura 1 - Imagens da furca dental; A- delimitação da área da furca (F); B- ilustração das edentações realizadas de acordo com as regiões da furca e padronização da distância; C- ilustração das regiões adjacentes vestibular e palatina com as edentações realizadas apicalmente à embocadura dos canais.

Ao final, calculou-se estabelecida uma média das mensurações para cada região, obtendo-se 5 médias para cada corpo de prova (3 referentes à furca e 2 das regiões adjacentes), 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.

2- Estudo morfológico da área da furca

A região da furca das 10 hemi-seções destinadas à esse estudo, inicialmente, foi tratada com ácido fosfórico 37% por 1 minuto, para melhor a visualização dos canalículos dentinários. Na sequência, os espécimes foram lavados em água corrente por dois minutos e secos em toalha de papel absorvente.

Utilizou-se um microscópio Confocal de varredura a laser (Lext OLS 4000 – Olympus, Santa Barbara, USA) (Figura 2), a fim de observar, em ampliações variáveis (216, 430, 1074 e 2.130X), a direção dos canalículos dentinários, bem como as características desse tecido na região da furca.

Figura 2 - Imagem do microscópio Confocal de varredura a laser.

Resultados

1- AVALIAÇÃO DA MICRODUREZA DENTINÁRIA

Comparação da microdureza dentinária entre as regiões da furca

Inicialmente, montou-se uma tabela com os dados originais referentes às medidas e médias da microdureza dentinária das regiões vestibular (V), central (C) e palatina (P) da furca dental (Tabela 1). Os valores médios da microdureza referente a cada uma das regiões possibilitou a montagem de um arquivo de dados, chamado regiões da furca (RF). Esse arquivo foi submetido à análise estatística, por meio do software BioEstat 5.0, com nível de significância de 5% ($\alpha=0,05$). O programa evidenciou que a amostra testada apresentou distribuição normal. Tal informação aliada ao modelo matemático do experimento facultou a realização do teste paramétrico de Análise de Variância (*one-Way ANOVA*). A Tabela 2 apresenta o resultado do teste entre as 3 regiões.

Tabela 1 - Medidas e médias da microdureza dentinária das três regiões da furca. Dados originais.

Dente/medida		01	02	03	04	05	$\bar{x} \pm DP$
01	V	37,7	39,6	43,2	44,2	45,4	42,0±2,9
	C	40,6	44,6	46,2	44,2	51,1	45,3±3,4
	P	38,2	45,4	42,0	37,4	43,5	41,3±3,0
	$\bar{x} \pm DP$	38,8±1,3	43,2±2,6	43,8±1,8	42,0±3,2	46,7±3,2	
02	V	39,0	38,8	40,3	41,0	40,4	39,9±0,8
	C	40,3	42,7	43,1	37,7	45,4	41,8±2,6
	P	42,0	37,8	42,1	45,3	42,9	42,0±2,4
	$\bar{x} \pm DP$	40,4±1,2	39,7±2,1	41,9±1,2	41,3±3,1	42,9±2,0	
03	V	36,3	40,6	41,0	39,6	41,7	39,8±1,0
	C	36,8	39,3	38,7	39,3	41,3	39,0±1,4
	P	31,0	31,0	34,1	36,0	34,6	33,3±2,0
	$\bar{x} \pm DP$	34,7±2,6	37,0±4,3	38,0±2,9	38,2±1,6	39,2±3,3	
04	V	36,1	39,0	38,3	37,4	38,7	37,9±1,0
	C	38,1	40,3	42,1	39,1	43,1	40,5±1,8
	P	35,4	39,6	37,7	36,0	42,0	38,1±2,4
	$\bar{x} \pm DP$	36,5±1,1	39,6±0,5	39,3±1,9	37,5±1,3	41,3±1,9	
05	V	44,9	45,1	45,1	47,2	47,7	46,0±1,2
	C	41,3	44,3	42,7	42,0	45,8	43,2±1,6
	P	47,0	48,3	50,1	50,0	52,1	49,5±1,7
	$\bar{x} \pm DP$	44,4±2,4	45,9±1,7	46,0±3,1	46,4±3,3	48,5±2,6	
06	V	33,8	36,6	35,1	41,6	43,8	38,1±3,8
	C	30,3	34,9	31,9	30,7	40,0	33,5±3,6
	P	30,5	42,4	40,3	36,8	42,0	38,4±4,4
	$\bar{x} \pm DP$	31,5±1,6	38,0±3,2	35,8±3,5	36,4±4,5	42,0±1,5	
07	V	34,9	36,8	34,9	37,2	37,1	36,1±1,0
	C	30,3	34,9	31,9	34,9	38,3	34,0±2,7
	P	35,4	35,7	38,7	37,4	39,3	37,3±1,5
	$\bar{x} \pm DP$	33,5±2,3	35,8±0,8	35,1±2,8	36,5±1,1	38,2±0,9	
08	V	35,4	42,7	42,0	46,3	46,8	42,6±4,0
	C	43,1	47,1	46,2	44,1	46,5	45,4±1,5
	P	46,2	44,5	46,3	45,4	46,9	45,8±0,8
	$\bar{x} \pm DP$	41,6±4,5	44,8±1,8	44,8±2,0	45,3±0,9	46,7±0,2	
09	V	33,3	34,8	35,7	36,1	38,7	35,7±1,8
	C	33,9	32,6	33,9	36,8	37,4	34,9±1,8
	P	31,2	34,6	34,3	35,4	34,6	34,0±1,4
	$\bar{x} \pm DP$	32,8±1,6	34,0±1,0	34,6±0,8	36,1±0,6	36,9±1,7	
10	V	38,3	41,5	41,1	42,3	45,0	41,6±2,1
	C	37,8	38,2	37,8	38,9	38,9	38,3±0,5
	P	35,9	38,1	37,9	39,2	39,6	38,1±1,3
	$\bar{x} \pm DP$	37,3±1,0	39,2±1,6	39,0±1,5	40,1±1,5	41,1±2,7	

Tabela 2 - Resultados da Análise de Variância entre as regiões da furca.

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Regiões	0,656	2	0,328	0,0180	0,9831
Resíduos	492,405	27	18,237		
Total	493,06	29			

A Análise de Variância evidenciou não haver diferença significativa da microdureza dentinária entre as regiões analisadas (vestibular, central e palatina), visto que o valor de p calculado foi $>0,05$.

Comparação da microdureza dentinária entre as regiões da furca (vestibular, central e palatina) e adjacentes vestibular e palatina.

A Tabela 3 expressa os dados originais referentes às medidas e médias da microdureza dentinária das regiões adjacentes vestibular (AV) e palatina (AP). Os valores médios da microdureza referente a cada região adjacente associados aos valores médios das três regiões (vestibular, central e palatina) da furca geraram um arquivo de dados, denominado regiões da furca e adjacentes (RFA).

Os resultados da Análise de Variância (*one-Way ANOVA*) referente aos dados do arquivo RFA estão expresso na Tabela 4. Pelo exposto, nota-se que o valor de p evidenciado pelo teste estatístico foi maior que 0,05, o que implica não haver diferença significativa da microdureza dentinária entre as 3 regiões da furca, bem como, entre as regiões da furca e adjacentes vestibular e palatina.

Tabela 3 - Medidas e médias da microdureza dentinária das regiões adjacentes à furca. Dados originais.

Dente/medida		01	02	03	04	05	$\bar{x} \pm DP$
01	AV	42,0	40,3	41,7	42,4	45,4	42,3±1,6
	AP	51,1	46,6	48,3	47,5	41,3	46,9±3,2
02	AV	32,3	35,4	33,3	34,1	34,0	33,8±1,0
	AP	36,0	34,6	32,8	31,6	31,4	33,2±1,7
03	AV	41,0	37,7	36,6	37,1	37,1	37,9±1,5
	AP	34,6	31,6	31,9	35,4	32,8	33,2±1,4
04	AV	35,1	34,1	33,2	34,1	33,6	34,0±0,6
	AP	38,5	37,4	36,6	36,2	35,7	36,8±0,9
05	AV	30,5	29,4	31,9	33,8	30,5	31,2±1,5
	AP	37,0	36,7	35,4	38,3	37,1	36,9±0,9
06	AV	54,3	52,4	48,3	47,9	43,4	49,2±3,8
	AP	56,9	54,1	45,5	45,4	39,3	48,2±6,4
07	AV	41,0	37,7	36,6	37,1	37,1	37,9±1,5
	AP	37,0	36,7	35,4	38,3	37,1	36,9±0,9
08	AV	44,3	44,2	45,7	41,0	43,0	43,6±1,5
	AP	49,2	44,6	46,6	45,0	42,0	45,4±2,3
09	AV	47,0	46,6	45,8	44,6	45,4	45,8±0,8
	AP	49,7	43,8	45,0	43,0	42,0	44,7±2,7
10	AV	35,9	37,0	36,3	34,8	33,1	35,4±1,3
	AP	37,6	38,1	33,1	36,6	33,5	35,7±2,0

Tabela 4 – Resultados da Análise de Variância entre as regiões da furca e adjacentes.

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Regiões	101,477	4	25,369	1,3856	0,2533
Resíduos	823,911	45	18,309		
Total	925,38	49			

Comparação da microdureza dentinária entre as camadas de dentina da furca.

A partir dos dados da Tabela 1 somaram-se as médias referentes às primeiras edentações da região vestibular, central e palatina 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 (E). Da mesma forma, somaram-se as médias das terceiras e das últimas edentações. 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 5). Essas duas regiões de dentina foram chamadas de camada média (M) e interna (I), respectivamente (Figura 3).

Tabela 5 - Valores médios da microdureza Knoop conforme a camada da furca dental.

Dentes	Camadas		
	Externa	Média	Interna
01	38,8	43,8	46,6
02	40,3	41,8	42,9
03	34,7	37,9	39,2
04	36,5	39,3	41,2
05	44,4	45,9	48,5
06	31,5	35,7	41,9
07	33,5	35,1	38,2
08	41,5	44,8	46,7
09	32,8	34,6	36,9
10	37,3	38,9	41,1
$\bar{x} \pm DP$	37,1$\pm$3,9	39,8$\pm$3,9	42,3$\pm$3,7

Figura 3 - Esquema da seleção das edentações para determinação das camadas de dentina externa, média e interna.

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 6 apresenta os resultados do teste.

Tabela 6 - Resultados da Análise de Variância entre as camadas de dentina.

Fontes de variação	Soma dos quadrados	Grau de liberdade	Quadrado médio	Valor de F	Valor de p
Camadas	134,499	2	67,249	4,0927	0,0273
Resíduos	443,647	27	16,431		
Total	578,14	29			

A Análise de Variância mostrou que a diferença entre as medianas é significativa, uma vez que o valor de p ($p=0,0273$) 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 7.

Tabela 7 - Teste de Tukey entre as camadas de dentina (externa, média e interna).

Médias	Camadas	Diferença	Q	(p)	Valor Critico $\alpha = 0,05$
E= 37,1640	(E - M)	2,6550	2,0712	ns	
M= 39,8190	(E - I)	5,1860	4,0457	<0,05	3,509
I= 42,3500	(M - I)	2,5310	1,9745	ns	

Baseado no teste anterior verifica-se que a camada interna da furca dental apresenta microdureza 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 4 ilustra o gráfico da diferença das médias dos valores de microdureza entre as camadas externa, média e interna.

Figura 4 - Representação gráfica da diferença das médias da microdureza entre as camadas, com o grau de significância.

2- ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA DENTINA DA ÁREA DA FURCA

A dentina da furca dos pré-molares superiores mostrou características bastante diferentes e específicas entre as 3 camadas dentinárias. A camada externa, localizada na região mais próxima do assoalho da câmara pulpar apresenta uma dentina bastante canalicular, com a luz ampla e bem visível microscopicamente (Figura 5). Essa característica é visualizada em toda extensão da camada externa desde as proximidades da entrada do canal vestibular até a região oposta junto à entrada do palatino (Figura 6).

Figura 5 – Fotomicrografia da camada externa. A- disposição dos canalículos dentinários (430X); B – detalhe dos canalículos evidenciando a amplitude e densidade nessa região (1074X).

Figura 6 – Fotomicrografia da camada externa (430X). A- área de dentina próxima a embocadura do canal vestibular; B- área intermediária entre os canais radiculares; C- área próxima a embocadura do canal palatino.

Os canalículos dentinários, no sentido do assoalho da câmara em direção à camada interna, assumem inicialmente uma trajetória sinuosa (Figura 7A), tendendo a formar um entrelaçamento entre eles a medida que se aproximam da camada média (Figura 7B).

Figura 7 – A- fotomicrografia mostrando a sinuosidade dos canalículos da camada externa. Na seta verifica-se o início do entrelaçamento dos canalículos (430X); B- entrelaçamento dos canalículos próximos a camada média (216X).

Na camada média a quantidade de canalículos visíveis microscopicamente é bem menor que na camada externa (Figura 8). Eles estão mais espaçados entre si e verifica-se grande quantidade de canalículos calcificados (Figura 9A). Essa calcificação aumenta nitidamente a medida que aproxima-se da camada interna (Figura 9B).

Figura 8 – Fotomicrografia da furca de um mesmo espécime evidenciando os canalículos da camada externa (A); média (B) e interna (C) (1074 X).

Figura 9 – A- evidência dos canalículos da camada média (seta) localizados entre as camadas externa e interna (430X); B- detalhamento da área mais calcificada próxima ao final da camada média (1074X).

Ao final da camada média e início da interna a calcificação dos canalículos é completa (Figura 10A). A dentina da camada interna assemelha-se à dentina esclerótica, com praticamente nenhuma luz de canalículo visível (Figura 10B). Microscopicamente, o tecido nessa região tem a aparência de uma massa compacta de dentina (Figura 10C), que se estende por toda camada interna até limitar-se com o tecido cementário na bifurcação das raízes.

Figura 10 – A- detalhe dos canalículos localizados no final da camada média e início da interna (1074X); B- canalículos da camada interna evidenciando total calcificação (1074X); C- camada de dentina interna assemelhando-se à massa de tecido dentinário (1074X).

Figura 11 – Montagem de 4 fotomicrografias (430X) da furca com a divisão hipotética das camadas externa (A), média (B), interna (C) e a região do cimento (D).

Discussão

O presente estudo teve como objetivo estudar a morfologia da área da furca de pré-molares superiores com raízes divergentes, por meio da microscopia Confocal de varredura a laser, como também analisar comparativamente a microdureza dessa área com as das regiões adjacentes vestibular e palatina.

Diferentes métodos são utilizados para o estudo da morfologia do tecido dentinário. A microscopia eletrônica de varredura (MEV) tem sido bastante empregada para essa finalidade (MELLO et al., 2009), entretanto, no presente estudo optou-se pela microscopia Confocal de varredura a laser. Testes preliminares mostraram que o Confocal é muito mais simples e rápido de se realizar, não havendo necessidade da desidratação e nem metalização dos espécimes. As imagens fornecidas apresentaram qualidade semelhante ou superior à MEV, além de ser um método mais viável economicamente.

Quanto a mensuração da microdureza, basicamente dois métodos são utilizados, o da dureza Vickers e o da Knoop. Trabalho anterior avaliou, por meio de ambos os métodos, a microdureza dentinária da região próxima ao esmalte (periférica) e adjacente ao corno pulpar (interna). Os resultados evidenciaram que a região periférica mostrou-se mais dura quando analisada por meio da dureza Knoop, não havendo diferença em relação à interna quando avaliada pela dureza Vickers (FUENTES et al., 2003). A microdureza da dentina radicular diminui no sentido da dentina periférica para a interna, visto que a quantidade de canalículos dentinários próximo ao tecido pulpar é maior (PASHLEY et al., 1985; BURROW et al., 1994). Dessa forma, era de se esperar que ambos os métodos empregados por FUENTES et al. (2003) acusassem maior dureza para a dentina periférica. Tendo em vista os

achados anteriores adotou-se, para o presente estudo, a dureza Knoop para análise da microdureza.

Os resultados mostraram haver uma semelhança entre a microdureza da área da furca e adjacentes vestibular e palatina. A mensuração da microdureza nas três regiões da furca ocorreu no sentido vertical, do assoalho da câmara pulpar em direção a bifurcação da raiz. Nessa trajetória, pode-se perceber pela análise das fotomicrografias que as edentações foram realizadas em áreas do tecido dentinário com diferentes características, o que poderia resultar em durezas diferentes de uma região para a outra. Por exemplo, a primeira edentação foi realizada na porção de dentina denominada camada externa, na qual os canalículos dentinários apresentaram-se amplos e em grande quantidade. A última edentação ocorreu na área de dentina referente à camada interna, na qual os canalículos dentinários estavam totalmente calcificados. A densidade dos canalículos tende a aumentar na direção ápice-coroa, bem como no sentido cemento-canal radicular (MJOR e NORDAHL, 1996; TORABINEJAD et al., 2002). Para as três regiões o valor da microdureza da primeira edentação foi menor em relação ao da última edentação. Tal achado deve-se à relação inversa existente entre a densidade dos canalículos dentinários por unidade de área e a microdureza da dentina (PASHLEY, 1985). No entanto, as edentações foram realizadas da mesma forma para as três regiões, iniciando-se na camada externa, posteriormente na média e terminando na interna. Dessa forma o valor médio das microdurezas de cada região resultou em valores semelhantes entre si, não havendo diferença significativa entre as regiões. Achados semelhantes foram descritos por FLAMINI (2012) em relação a microdureza das regiões mesial, média e distal da furca de molares inferiores.

A semelhança da microdureza dentinária ocorreu também entre as regiões da furca e adjacentes palatina e vestibular. As edentações realizadas nas regiões adjacentes seguiram uma trajetória paralela ao canal radicular, no sentido cervico-apical. Apesar de existir uma variação na microdureza da dentina radicular, a qual tende a diminuir do terço cervical para o apical (CRUZ-FILHO et al., 1996), a mensuração ocorreu somente na região cervical na porção de dentina localizada próxima à furca, o que pode justificar a similaridade da microdureza entre as regiões da furca e adjacentes.

Quando a microdureza foi avaliada por camadas de dentina da área da furca observou-se que a camada externa apresentou-se, significativamente, mais mole que a camada interna. Pelas fotomicrografias das duas regiões pode-se verificar que a dentina da camada externa é mais tubular, com canalículos dentinários amplos e visíveis, enquanto que na camada interna os túbulos dentinários encontram-se totalmente calcificados. Nessa região, a dentina assemelha-se à dentina esclerótica com aparência de uma massa dentinária compacta. Segundo PASHLEY (1985) quanto maior o número de canalículos em determinada área do tecido dentinário menor a microdureza.

Microscopicamente a dentina da camada média apresenta grande parte dos canalículos dentinários calcificados. Poucos canalículos localizados próximos à camada externa foram visíveis. Apesar de não ser o foco do presente estudo as fotomicrografias das três camadas do mesmo espécime evidenciaram nitidamente, maior número de canalículos na camada externa que na média, e essa por sua vez, maior que na interna. A densidade dos canalículos por milímetro quadrado tende a aumentar do ápice para a coroa dental, bem como do cemento para a luz do canal radicular (MJOR e NORDAHL, 1996; TORABINEJAD et al., 2002). Estudo anterior

mostrou que nas proximidades do tecido pulpar a densidade canalicular por milímetro quadrado é de aproximadamente 45.000. Na porção de dentina intermediária ao tecido pulpar e esmalte reduz para 29.500, diminuindo para 20.000 na região próxima à junção amelo-dentinária (GARBEROGLIO e BRÄNNSTRÖM, 1976). A menor quantidade de canalículos observada nas camadas média e interna da furca dos pré-molares deve-se não somente à relação da densidade dos canalículos por região mas, principalmente, à calcificação dos túbulos dentinários, especialmente na camada interna. A calcificação dos canalículos pode ocorrer devido a estímulos externos (SELTZER e BENDER, 1975; MJOR, 1982) ou em função da idade do paciente (GARBEROGLIO e BRÄNNSTRÖM, 1976, WHITTAKER e KNEALE, 1979). A calcificação dos canalículos da camada interna e média pode estar relacionada à um outro fator ainda não conhecido, associado provavelmente ao processo de formação da furca dental.

Achados semelhantes às características do tecido dentinário observadas no presente experimento foram verificados em dois estudos anteriores. No primeiro, sobre a morfologia do tecido dentinário da área da furca de molares inferiores, o autor relata que a dentina dessa região é bastante mineralizada, tendendo a uma maior calcificação à medida que se aproxima da camada interna. No segundo analisou-se a permeabilidade dentinária na região da furca de molares inferiores com raízes separadas. Nesta pesquisa, PECORA et al. (1990) constataram que após a instrumentação dos canais por meio de diferentes técnicas não houve a penetração de íons cobre através dos canalículos ao longo da furca. A permeabilidade foi observada somente na região próxima ao assoalho da câmara pulpar, visto que a furca desses dentes é constituída de uma dentina amorfa e menos tubular que a normal a medida que aproxima-se da bifurcação. Apesar das

características da dentina relatadas anteriormente, ZAPAROLLI et al. (2012) verificaram que o uso de EDTA associado ou não à solução de hipoclorito de sódio reduz, significativamente, a microdureza dentinária da furca de molares inferiores. A penetração de soluções irrigantes através dos túbulos dentinários já foi detectada a uma distância de até 1.500µm da luz do canal radicular (SALEH e ETTMAN, 1999; SLUTZKY-GOLDBERG et al, 2004; OLIVEIRA et al., 2007). No entanto, pelo exposto, o líquido irrigante utilizado durante a biomecânica deve agir, provavelmente, somente na dentina da camada externa e no máximo, início da média.

Poucos estudos direcionados à furca dental são encontrados na literatura. Há ainda, uma carência muito grande de informações sobre essa região no que se refere aos diferentes itens: características do tecido dentinário nos demais dentes multirradiculares, o quanto essa área suporta de força quando da presença de contenção intrarradicular, qual a relação existente entre a furca e a lesão nessa região e como se apresentam os prováveis canais laterais nessa área. Assim, novas pesquisas devem ser realizadas no sentido de melhor embasar o cirurgião dentista diante das intervenções endodônticas em dentes multirradiculares.

Conclusões

Com base nos resultados obtidos neste estudo, podemos concluir que:

1. As regiões vestibular, central e palatina da furca dos pré-molares superiores, bem como as adjacentes vestibular e palatina apresentam microdureza semelhante entre si.
2. A camada interna da furca é mais dura que a camada externa.
3. Os canalículos dentinários, no sentido do assoalho da câmara em direção à camada interna, assumem inicialmente uma trajetória sinuosa, tendendo a formar um entrelaçamento entre eles a medida que se aproximam da camada média.
4. Morfologicamente a dentina da camada externa é mais tubular, com canalículos dentinários amplos e visíveis, enquanto que a camada média apresenta grande parte dos canalículos dentinários calcificados e na camada interna os túbulos dentinários encontram-se totalmente calcificados.

Referências Bibliográficas

AKCAY I.; SEN B.H. The effect of surfactant addition to EDTA on microhardness of root dentin. **J Endod**. v. 38, n. 5, p. 704-7, 2012.

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.

BRÄNNSTRÖM 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.

BUREAU OF LIBRARY AND INDEXING SERVICE. A study of terms; the concept "bifurcation". **J. Am. Dent. Assoc**. v. 41, n. 8, p. 250-2, 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. 241-6, 1994.

CIRANO F. R.; ROMITO G. A.; TODESCAN J. H. Determination of root dentin and cementum micro hardness. **Braz J Oral Sci**. v. 3, n. 8, p. 420-4, 2004.

CRAIG R. G.; PEYTON F. A. The micro-hardness of enamel and dentin. **J Dent Res**. v. 37, n. 4, p. 661-8, 1958.

CRAIG R. G.; GEHRING, P. E.; PEYTON F. A. Relation of structure 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. Accion Del EDTAC em La microdureza de La dentina radicular em diferentes tiempos de aplicación. **Rev. Odont. Federal Latino Americana (FOLA)**, 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. 183-184, 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.; REIS C.; FIDEL S.; FIDEL R. A. S.; PACIORNIK, S. Longitudinal and quantitative evaluation of dentin demineralization when subjected to EDTA, EDTAC and citric acid: a co-site digital optical microscopy study. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.**, v. 105, n. 3, p. 391-397, 2008.

FAIRBANKS D. C. O.; CRUZ-FILHO A. M.; FIDEL R. A. S.; PÉCORA J. D. Avaliação da ação de 3 soluções auxiliares quelantes na microdureza da dentina radicular. **Rev. Bras. Odont.**, v. 54, n. 4, p.232-235, 1997.

FLAMINI, Luís Eduardo Souza. **Estudo morfológico e análise da microdureza da dentina na área de furca de dentes molares inferiores**. 2012. Dissertação (Mestrado em Odontologia Restauradora) - Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/58/58133/tde-04122012-161754/>>. Acesso em: 2013-05-18.

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.

GARCIA A. J.; KUGA M. C.; PALMA-DIBB R. G.; SÓ M. V.; MATSUMOTO M. A.; FARIA G.; KEINE K. C. Effect of sodium hypochlorite under several formulations on

root canal dentin microhardness. **J Investig Clin Dent**. doi: 10.1111/j.2041-1626.2012.00158.x, 2013.

GUTMANN J. L. Prevalence, location and patency of accessory canals 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.

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 G. W. JR.; INAI N.; WU-MAGIDI I. C.; BALOOCH M.; KINNEY J.H.; TAGAMI J.; MARSHALL S. J. Dentin demineralization: effects of dentin depth, pH and different acids. **Dent Mater**. v. 13, n. 6, p. 338-43, 1997.

MECHOLSKY J. J. JR. Fracture mechanics principles. **Dent Mater**. v. 1, n. 2, p. 111-2, 1995.

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

MJÖR 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.

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. 125-28, 2007.

ORDINOLA-ZAPATA R.; BRAMANTE C. M.; GRAEFF M. S.; DEL CARPIO PEROCHENA A.; VIVAN R. R.; CAMARGO E.J.; GARCIA R. B.; BERNARDINELI N.; GUTMANN J. L.; DE MORAES I. G. Depth and percentage of penetration of endodontic sealers into dentinal tubules after root canal obturation using a lateral compaction technique: a confocal laser scanning microscopy study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. v. 108, n. 3, p. 450-7, 2009.

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

PATIL C. R.; UPPIN V. Effect of endodontic irrigating solutions on the microhardness and roughness of root canal dentin: an in vitro study. **Indian J Dent Res**. v. 22, n. 1, p. 22-7, 2011.

PÉCORA J. D.; COSTA W. F.; MAIA CAMPOS G. A study of the dentinal permeability of the pulp chamber floor of human lower molars with separate roots. **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 accessory foramen on the pulpar floor of human molars. **J Endod**, v. 7, n. 9, p. 402-06, 1981.

PIMENTA J. A.; ZAPAROLLI D.; PÉCORA J. D.; CRUZ-FILHO A. M. Chitosan: effect of a new chelating agent on the microhardness of root dentin. **Braz Dent J.** v. 23, n. 3, p. 212-7, 2012.

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. 418-424, 2007.

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.

SOUZA S. A. Ensaio mecânicos de materiais metálicos. 5ª ed, São Paulo, Edgard Blucher, cap.4, p.103-137, 1982.

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.

WANG Z.; SHEN Y.; HAAPASALO M. Effectiveness of endodontic disinfecting solutions against young and old *Enterococcus faecalis* biofilms in dentin canals. **J Endod**. v.38, n. 10, p.1376-9, 2012.

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.

ZAPAROLLI D.; SAQUY P. C.; CRUZ-FILHO A. M. Effect of sodium hypochlorite and EDTA irrigation, individually and in alternation, on dentin microhardness at the furcation area of mandibular molars. **Braz Dent J**. v. 23, n. 6, p.654-8, 2012.

Anexo

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DE RIBEIRÃO
PRETO/ FORP/ USP

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Estudo morfológico e análise da microdureza dentinária da furca e região adjacente de pré-molares superiores.

Pesquisador: Tiago Elias do Nascimento

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 11920713.8.0000.5419

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 228.252

Data da Relatoria: 21/03/2013