



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Araçatuba



CARLA SALLES ZEGÓBIA

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS EM DIFERENTES REGIÕES
DA DENTINA CORONÁRIA E RADICULAR**

ARAÇATUBA, SP

-2014-



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba



CARLA SALLES ZEGÓBIA

**AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES MECÂNICAS EM DIFERENTES REGIÕES DA
DENTINA CORONÁRIA E RADICULAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharelado em Odontologia.

Orientador: Prof. Paulo Henrique dos Santos

ARAÇATUBA , SP

-2014-

Dedicatória

A **Deus**, por sempre estar ao meu lado nos momentos bons e ruins, abençoando meu caminho e me permitindo a ter todas as maravilhosas oportunidades que obtive na vida, e ao Pde Benedito por sempre interceder por mim.

A minha mãe, **Réia Silvia de Almeida Salles**, minha guerreira, que sempre me incentivou a ter coragem em todas as minhas decisões, com muito amor, carinho, dedicação e ensinamentos, pelos quais serei grata a vida toda.

Ao meu pai, **Eduardo Zegobia Forcacini**, um grande homem, o primeiro homem que amei na vida, que me ensinou a nunca desistir e ter uma visão concreta de quem quero ser e aonde quero chegar.

Ao meu irmão, **Eduardo Salles Zegóbia**, meu amigo acima de tudo e de todos, meu companheiro para a vida toda, que sempre me enche de orgulho.

Aos meus avós, **Rúbens de Almeida Salles, Aparecida Spironelli Salles, Ezidro Zegóbia e Anésia Forcacini Zegóbia**, que sempre me encheram de amor e me fizeram um pessoa muito sortuda por ter essa benção de conviver com cada um deles, me enchendo de sabedoria e ensinando sempre a respeitar as pessoas mais velhas e a escutar seus conselhos.

Ao meu namorado, **Paulo Alexandre Ionta Godoy**, meu companheiro, meu grande amo , que sempre esteve ao meu lado, me ouvindo e compreendendo . Sem ele, os anos da Graduação não teriam sido os mesmos. E a toda sua família, que sempre me acolheu com muito amor.

Aos meus padrinhos, **Celso Claudio de Almeida Salles e Vera Pagoto Salles**, que sempre foram presentes durante toda minha vida, acolhendo nas horas difíceis, aconselhando quando era preciso e repreendendo sempre que necessário.

Aos meus tios, **Sergio Rubens de Almeida Salles, Carlos Alberto de Almeida Salles, Renato Zegobia Forcacini, Eliane Zegobia Forcacini**, que sempre me trataram como filha.

As minhas primas, **Carolina Ferreira Salles e Sofia Pagoto Salles**, que fizeram parte de todos os momentos da minha vida, sempre me enchendo de alegria e muitos momentos ótimos.

Aos meus primos, **Felipe Ferreira Salles, Tito Pagoto Salles, Ricardo Zegóbia, Heloisa Zegobia, Vinícius Zegóbia Evangelista, Rodrigo Zegóbia Evangelista**, meus irmãos de coração.

As minhas amigas de infância, **Débora Barbosa de Deus e Gabriela Berchiol Vieira**, as irmãs que eu escolhi há muito tempo e minhas grandes companheiras, independente da distância.

As minhas amigas, **Bianca Soares Dourado, Taynara Toito de Lima, Lais Pasini Pancote, Fernanda Bernardi, Simone Carrijo e Natália Ferrari**, os grandes presentes que recebi nesses anos de graduação.

Aos meus amigos , **Vinícius Sartori , Bruno Bueno , Gustavo Marçal , Vinícius Battagelo , Alexandre Aquino , Ricardo Martins , Bruno Iyda , João Antonio Medeiros , Vinícius Storniolo** , por serem meus grandes companheiros durante todos esse anos.

Ao meu afilhado, **Felipe Ferreira Salles Filho**, por todos os momentos de felicidade que me proporcionou.

Ao meu professor orientador, **Paulo Henrique dos Santos** , por todo seu profissionalismo, dedicação e amizade.

A **Gabriela Fernandes**, por toda sua ajuda, compreensão , amizade e paciência.

Agradecimentos

À Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”.

Ao meu orientador Professor Doutor **Paulo Henrique dos Santos** por toda paciência, confiança e dedicação.

Aos alunos de pós graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba **Thaís Yumi Umeda Suzuki, André Godas e Gabriela Fernandes** por toda a ajuda para a realização deste trabalho.

Ao **Departamento de Materiais Odontológico e Prótese**, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

Ao **Departamento de Odontologia Restauradora**, Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

A **todos os professores da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP**, obrigada por todo o ensino, toda a atenção e toda dedicação.

A **todos os funcionários da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP**, obrigada por toda a ajuda e dedicação.

A minha banca examinadora **Paulo Henrique dos Santos, Wirley Gonçalves Assunção e Maria Cristina Rosifini Alves Rezende**, obrigada pela disponibilidade e atenção.

“O hábito de me recolher a mim mesmo acabou por me tornar imune aos males que me acossam, e quase me fez perder a memória deles. Desse modo, aprendi com base na minha própria experiência que a fonte da felicidade reside dentro de nós e que não está no poder dos homens fazer com que fique realmente desgostosa uma pessoa determinada a ser feliz.”

Jean-Jacques Rousseau

ZEGÓBIA,C.Z. *Avaliação de propriedades mecânicas em diferentes regiões de dentina coronária e radicular* 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2014.

RESUMO

O propósito deste estudo foi avaliar as propriedades mecânicas de dureza e módulo de elasticidade na dentina coronária e radicular, nos terços cervical, médio e apical, próximo ao conduto radicular. Dezesesseis molares humanos foram utilizados neste estudo. Inicialmente, os dentes foram seccionados ao meio através de uma secção longitudinal, com disco de diamante em cortadeira de precisão Isomet 1000, sob refrigeração, em baixa velocidade. As duas metades foram embutidas em resina acrílica, desgastadas manualmente e polidas com pastas diamantadas, sendo essas amostras limpas em cuba ultrassônica com água deionizada entre as lixas e pastas e ao final do processo. A superfície preparada de uma das metades do dente foi levada ao Ultramicrodurômetro Digital DUH-211 (Shimadzu) para avaliação da dureza Martens (HM) e módulo de elasticidade (Eit) nas dentinas coronária e radicular nos terços cervical, médio e apical, próximo ao conduto radicular. A outra metade do dente foi utilizada para avaliar a microdureza Knoop, em microdurômetro HMV-2000 (Shimadzu). Foram realizadas cinco leituras em cada região e a média aritmética calculada tanto nos testes realizados em ultramicrodurômetro como no microdurômetro. Os dados de dureza Martens, módulo de elasticidade e microdureza Knoop foram submetidos à one-way ANOVA e teste de Tukey para comparação entre as médias ($p < 0.05$). O teste de correlação de Pearson foi utilizado para correlacionar as variáveis dureza Martens e microdureza Knoop para cada região analisada. Não houve diferença significativa entre as diferentes regiões estudadas da dentina nas variáveis dureza

Martens, módulo de elasticidade e microdureza Knoop. Os resultados mostraram que há fraca correlação negativa apenas na dentina radicular no terço cervical ($r = -0,15$), enquanto nas outras regiões estudadas, considera-se ínfima a correlação entre os testes.

Palavras-chave: Dentina. Dureza. Módulo de elasticidade

ZEGÓBIA,C.Z. *Evaluation of mechanical properties in different regions of coronal and root dentin* 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2014.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the mechanical properties of hardness and modulus of elasticity in the coronal and radicular dentin at the cervical, middle and apical thirds, near the root canal. Sixteen human molars were used in this study. Initially, the teeth were sectioned by a longitudinal section, with diamond disc at low speed under refrigeration. The two halves were embedded in acrylic resin and polished with diamond pastes. The prepared surface of one half of the tooth was taken to DUH-211 ultramicrohardness tester (Shimadzu) to evaluate the Martens hardness (HM) and modulus of elasticity (Eit) in coronal and root dentine in the cervical, middle and apical, near the root canal. The other half of the tooth was used to evaluate the Knoop hardness, in HMV 2000 microhardness tester (Shimadzu). Five measurements were done in each region and the arithmetic mean calculated in both tests. No significant difference was found for Martens hardness, elastic modulus and microhardness among the different regions of dentin. Very weak correlation was found in all the dentin regions.

Keywords: Dentin. Hardness. Modulus of elasticity

LISTA DE FIGURAS

Tabela 1.....18

-Resultados de dureza Martens, módulo de elasticidade e dureza Knoop para as diferentes regiões de dentina estudadas.

Tabela 2.....19

- Correlação linear de Pearson entre dureza Martens e microdureza Knoop em todas as regiões analisadas

LISTA DE ABREVIATURAS

UNESP = Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

SP = São Paulo

μm = Micrômetro

ANOVA = Análise de variância

HM = Dureza Martens

% = Porcentagem

α = Alfa

\pm = Mais ou menos

Et al. = e colaboradores

Eit = Módulo de elasticidade

GPa = GigaPascal

MPa = MegaPascal

SUMÁRIO

1.Introdução.....	13
2.Proposição	15
3.Materiais e Métodos.....	16
4.Resultados	18
5.Discussão	20
6.Conclusão	23
Referências	24

1. Introdução

Dentina, o tecido mais abundante encontrado nos dentes (Hart & Hart, 2007; Kinney et al., 2003), é produzida por odontoblastos, que se diferenciam a partir de células mesenquimais da papila dental (Hart & Hart, 2007). Para o entendimento de suas propriedades mecânicas, é fundamental o conhecimento de sua microestrutura (Kinney et al., 2003). A composição da dentina consiste em 70% de matriz mineralizada, 20% de componentes orgânicos e 10% de água, sendo o principal componente da matriz orgânica o colágeno tipo 1 (Hart & Hart, 2007).

Os túbulos dentinários, são orientados e circundados por uma zona peritubular altamente mineralizada e embebida em uma matriz intertubular de colágeno tipo 1 com cristais de apatita e fluido dentinário (Fuentes et al., 2003; Soprano, 2007). A disposição dos túbulos dentinários levou alguns pesquisadores a sugerirem que eles desempenham uma função importante na orientação das propriedades mecânicas (Waters, 1980; Kinney et al., 2003). O conhecimento dessas propriedades mecânicas é fundamental para prever os efeitos das alterações na microestrutura devido à cáries, esclerose e envelhecimento do dente (Kinney et al., 2003). Esses conhecimentos também auxiliaram no aprimoramento dos tratamentos restauradores, principalmente nos tratamentos estéticos (Waters, 1980; Xu et al., 1998; Soprano, 2007).

Dentre as diversas propriedades mecânicas, a análise da dureza e módulo de elasticidade assume papel importante na análise do tecido dentinário. A microdureza é uma propriedade mecânica que permite avaliar a ação de agentes químicos e/ou físicos sobre a superfície dentária. A dureza de um material está diretamente relacionada com a resistência à penetração apresentada pelo tecido (Soares, 2004). As mensurações de microdureza podem ser correlacionadas com outras propriedades mecânicas como resistência à fratura (Perinka et al., 1992), módulo de elasticidade e limite de proporcionalidade (Mahoney et al., 2000). Dentre os equipamentos que

são utilizados para mensurar a dureza estão o microdurômetro, ultramicrodurômetro e nanodurômetro. Os equipamentos que medem a microdureza (microdurômetros), descrito por Boyer (1987), possuem um centro de cargas, um indentador que transmite a carga a uma superfície por um determinado tempo e um microscópio com duas objetivas para a visualização das impressões (Soprano, 2007). Quando a análise da dureza em determinadas superfícies requer menores cargas de indentação, o uso de um ultramicrodurômetro ou nanodurômetro faz-se necessária. Tais equipamentos se baseiam na profundidade de penetração do indentador e não na mensuração visual das impressões. (Shahdad et al., 2007). Já o termo módulo de elasticidade descreve a relativa rigidez de um material que é medida da região elástica no diagrama de tensão/deformação. É o princípio de quanto mais baixo for a deformação para um determinado valor de tensão, maior o valor do módulo de elasticidade (Fares et al., 2005; Sabbagh et al., 2002).

Diversos estudos têm avaliado as propriedades mecânicas da dentina, dentre elas dureza e módulo de elasticidade. Porém os valores encontrados são controversos na literatura. Existem diferenças entre a dureza de diferentes tipos de dentes, como molares e incisivos e entre diferentes áreas do mesmo dente, ou seja, como em algumas regiões da dentina (Xu et al., 1998). Quanto mais profunda a dentina em direção a polpa, menor o valor de microdureza encontrado (Soprano, 2007). Os valores encontrados para o módulo de elasticidade também são muito variáveis na literatura. De acordo com Sabbagh et al. (2002), a dentina humana possui módulo de elasticidade de 18 GPa; Xu et al. (1998) encontraram valores de 19 GPa, enquanto que para dos Santos et al. (2011), os valores encontrados eram de aproximadamente 22 GPa. Outros autores encontraram valores mais baixos entre 12 GPa a 14 GPa. (Fares et al., 2005).

Compreender as propriedades mecânicas dos dentes humanos é importante para o tratamento clínico dos dentes e desenvolvimento de materiais restauradores que simulem a estrutura e propriedade dos dentes (Xu et al., 1998). Embora diversos trabalhos tenham relatado valores para dureza e módulo de elasticidade para dentina, uma sistemática análise de sua relação ainda não foi realizada (Kinney et al., 2003). Além disso, existe uma lacuna na literatura com relação a correlação nos valores das propriedades mecânicas, especialmente da dureza, avaliadas em diferentes equipamentos sob diferentes magnitudes de carga e método de avaliação. Com o avanço das pesquisas e desenvolvimentos de materiais odontológicos, se faz necessário a pesquisa dessas propriedades mecânicas do dente para que valores padrões em determinadas áreas da dentina possam ser utilizados em estudos futuros.

2. Proposição

Avaliar as propriedades mecânicas (dureza Martens e módulo de elasticidade em ultramicrodurômetro e microdureza Knoop em microdurômetro convencional) nas diferentes regiões da dentina (coronária e radicular – nos terços cervical, médio e apical, próximo ao conduto radicular). As hipóteses a serem estudadas são: (1) há diferença nas propriedades mecânicas da dentina nas diferentes regiões analisadas e (2) existe correlação entre dureza Martens, analisada em ultramicrodurômetro e dureza Knoop, analisada em microdurômetro convencional em todas as regiões estudadas.

3. Materiais e Métodos

Preparo das amostras

O projeto de pesquisa foi submetido à Comissão de Ética em Pesquisa da FOA - UNESP, e após sua aprovação, foram selecionados 16 molares humanos, extraídos por motivos periodontais ou ortodônticos. Os espécimes foram limpos com curetas, e congelados a uma temperatura de -20°C, até o início da execução da pesquisa. Todos os dentes com evidência clínica de cárie, reabsorção radicular, trincas ou fraturas foram excluídos da pesquisa.

Inicialmente, os dentes foram seccionados ao meio através de uma secção longitudinal, com disco de diamante em cortadeira de precisão Isomet 200 (Buheler, IL, USA) sob refrigeração, em baixa velocidade. As duas metades foram embutidas em resina acrílica (Clássico, São Paulo, Brasil), desgastadas manualmente com lixas abrasivas de granulação 320, 600, 800 e 1200 (Extec Corp, Enfield, CT, USA) e então polidas com pastas diamantadas (6, 3 e 1µm) por um período de 4 minutos cada etapa. As amostras foram limpas em cuba ultrassônica (modelo 2210, Branson Ultrasonic Corp., Danbury CT, EUA) com água deionizada durante 2 minutos entre as lixas e pastas e ao final do processo. Uma das metades dos dentes foi utilizada para realizar a análise no Ultramicrodurômetro e a outra metade foi utilizada em Microdurômetro convencional.

Análise das propriedades mecânicas

A superfície preparada referente à metade do dente foi levada ao Ultramicrodurômetro Digital DUH-211 (Shimadzu, Kyoto, Japão) para verificação da dureza Martens (HM) e módulo de elasticidade (Eit), sob ação de carga de 3mN, com tempo de manutenção de carga de 5 segundos, nas seguintes regiões do dente: dentina coronária e a dentina intrarradicular em três

regiões (cervical, médio e apical) próximas ao conduto radicular. A ponta indentadora Vickers foi utilizada, sendo realizadas cinco leituras em cada região e a média aritmética calculada.

A outra metade do dente foi preparada para avaliação da microdureza Knoop, posicionando as amostras individualmente em microdurômetro HMV-2000 (Shimadzu Corp, Kyoto, Japão), sob ação de carga de 50 gramas durante 15 segundos. Os valores de dureza Knoop foram avaliados pelo programa C.A.M.S – WIN (NewAge Industries). Foram realizadas cinco leituras da mesma maneira que descrito para o Ultramicrodurômetro.

Os três princípios básicos da experimentação foram respeitados (repetição, aleatorização e blocagem). Os valores de módulo de elasticidade, dureza Martens e microdureza Knoop foram utilizados para determinar as diferenças nas regiões da dentina coronária e radicular.

Análise estatística

Os dados de dureza Martens, módulo de elasticidade e microdureza Knoop foram submetidos à one-way ANOVA e teste de Tukey para comparação entre as médias ($p < 0.05$). O teste de correlação de Pearson foi utilizado para correlacionar as variáveis dureza Martens e microdureza Knoop para cada região analisada.

4. Resultados

A one-way ANOVA mostrou que não houve diferença estatisticamente significativa entre as diferentes regiões estudadas nas variáveis dureza Martens ($p=0.99$), módulo de elasticidade ($p=0.45$) e microdureza Knoop ($p=0.06$). Os valores médios estão ilustrados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados de dureza Martens, módulo de elasticidade e dureza Knoop para as diferentes regiões de dentina estudadas.

	Dureza Martens (GPa)	Módulo de elasticidade (GPa)	Microdureza Knoop (KHN)
Dentina coronária	1.22 ± 0.46 a	32.97 ± 11.06 a	75.63 ± 2.56 a
Dentina radicular – terço cervical	1.21 ± 0.24 a	29.64 ± 8.34 a	75.96 ± 6.42 a
Dentina radicular – terço médio	1.19 ± 0.30 a	29.35 ± 5.58 a	74.70 ± 5.60 a
Dentina radicular – terço apical	1.19 ± 0.26 a	28.62 ± 6.49 a	79.43 ± 5.02 a

Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ($p<0.05$)

A Tabela 2 ilustra o teste de correlação de Pearson entre as variáveis dureza Martens e microdureza Knoop. Os resultados mostraram que há fraca correlação negativa apenas na dentina

radicular no terço cervical ($r = -0,15$), enquanto nas outras regiões estudadas, considera-se ínfima a correlação entre os testes.

Tabela 2. Correlação linear de Pearson entre dureza Martens e microdureza Knoop em todas as regiões analisadas.

	Coefficiente de Correlação (r)	Valor de p
Dentina coronária	0.01	0.78
Dentina radicular – terço cervical	-0.15	0.57
Dentina radicular – terço médio	0.06	0.36
Dentina radicular – terço apical	0.01	0.68

5. Discussão

A dentina é formada basicamente por uma matriz orgânica, onde o principal componente é o colágeno, e uma matriz inorgânica, constituída por cristais de apatita (Katz, 1971). Esses cristais são os responsáveis por contribuir com a resistência à compressão, que pode afetar diretamente a dureza, enquanto o colágeno fornece elasticidade ao tecido (Martin et al., 1993). Alterações nestas duas matrizes podem contribuir para mudanças nas propriedades físicas e mecânicas, incluindo a dureza e módulo de elasticidade desses compostos biológicos (Senawongse et al., 2006).

O interesse pelo estudo da dureza superficial nos tecidos dentais teve início em 1870 por Kopezky. Em seguida outros autores se interessaram pela dureza desses tecidos, a fim de conhecer melhor suas propriedades mecânicas (Hodge, 1936; Soprano, 2007). O conhecimento dessas propriedades pode auxiliar no aprimoramento dos tratamentos restauradores (Xu et al., 1998; Waters, 1980; Soprano, 2007), uma vez que o dente humano está sujeito à pressões diferentes em cada região da sua superfície durante a mastigação. Dessa forma, a avaliação da sua dureza é importante para a compreensão de como o tecido dentário responde aos esforços mastigatórios e como os mesmos são distribuídos por todo o dente, e também para prever como tensões e deformações são alteradas por procedimentos restauradores, pela idade e por diferentes patologias (Salazar et al., 2003).

A idade também pode interferir nas propriedades mecânicas do dente, uma vez que a contínua função clínica pode provocar alterações nas características morfológicas, tais como desgaste do esmalte, dentina, formação e produção de dentina reacionária, que podem alterar os

valores de dureza e módulo de elasticidade (Mendis et al., 1979; Lucas et al., 1983; Stanley et al., 1983; Senawongse et al., 2006)

A microdureza pode ser determinada por uma variedade de métodos como penetração, por choque ou risco (Craig, 1958) e também pode ser relacionada com outras propriedades mecânicas, dentre elas o módulo de elasticidade e limite de proporcionalidade. (Mahoney et al., 2000). Quando falamos em determinar dureza e módulo de elasticidade nos dentes, em especial em dentina, nos deparamos com inúmeros aspectos que devem ser levados em consideração e que afetam de maneira significativa os resultados, dentre eles as condições experimentais, onde os espécimes devem apresentar formas e dimensões semelhantes (Chun et al., 2014), a seleção e a padronização do teste utilizado, da carga e do tempo de indentação. Os testes de microdureza Vickers e Knoop, cujos valores são calculados a partir de medidas microscópicas da deformação plástica da amostra após o penetrador ser removido, podem apresentar limitações específicas. Essas medições podem ser afetadas por um lado por limitações da resolução do sistema óptico, em segundo lugar, a percepção do operador (Westrich, 1986) e, por fim, a capacidade de recuperação elástica do material (McCabe et al., 1998).

Em nosso estudo avaliamos a dureza Martens e módulo de elasticidade em ultramicrodurômetro e microdureza Knoop em microdurômetro convencional em diferentes regiões da dentina coronária e radicular, nos terços cervical, médio e apical, próximo ao conduto radicular. Os resultados do presente estudo mostraram que não houve diferença estatística significativa para os valores de dureza e módulo de elasticidade entre os diferentes terços da dentina coronária e radicular, e que também não houve correlação entre os testes realizados em microdurômetro e ultramicrodurômetro, ou seja, não podemos assim relacionar os valores

encontrados entre os dois equipamentos utilizados e dizer que eles foram equivalentes, rejeitando assim as duas hipóteses do nosso estudo.

A dureza Martens, que ganha cada vez mais espaço no campo das pesquisas de propriedades mecânicas, calcula o valor de dureza a partir da profundidade de indentação sob carga de trabalho e por isso é menos afetada por propriedades visco-elásticas e ópticas do material. Ela inclui ambos os efeitos da deformação elástica, plástica e visco-elástica durante o teste. Além disso, a geometria do penetrador, a qual é idêntica à do diamante piramidal penetrador Vickers, faz com que o resultado teoricamente independa da força de ensaio escolhido. Os desvios-padrão baixos neste estudo indicam a reprodutibilidade e precisão deste método de ensaio (Shahdad et al., 2006). Mesmo com a escolha de dois testes diferentes, e buscando compreender as falhas existentes ainda quando o assunto é a padronização e o estudo das propriedades mecânicas da dentina humana, não foi observada diferença estatisticamente significativa nos diferentes valores de dureza entre todas as regiões analisadas.

Segundo Craig & Peyton (1959), não seria possível relacionar medições de dureza à estrutura histológica da dentina. Mesmo com a utilização de cargas muito pequenas que o ultramicrodurômetro permite utilizar, não foram encontradas diferenças nos valores de dureza Martens entre as diferentes regiões da dentina, provavelmente pelas características dos testes utilizados, ou seja, a ponta indentadora não foi capaz de selecionar e medir as estruturas separadamente da dentina na área determinada para o teste. O ideal seria avaliar a dureza e módulo de elasticidade utilizando cargas menores ainda, como exemplo, em nanodurômetro, o qual permite associar as propriedades histológicas, ou seja, selecionar a região exata da dentina que queremos avaliar de acordo com suas características como quantidade de túbulos dentinários e assim obter valores realmente reais de cada área da dentina. Senawongse et al. (2006) avaliou a

nanodureza e módulo de elasticidade em diferentes tipos de dentina em dentes jovens e de pacientes idosos, encontraram diferença em seus resultados, uma vez que a metodologia utilizada permitiu que as áreas específicas do dente fossem isoladas para as leituras.

Portanto, a avaliação a partir de técnicas mais sensíveis para a determinação das propriedades mecânicas da dentina são necessárias para obtenção de valores mais reais de acordo com a região avaliada.

6. Conclusão

Podemos concluir que as diferentes regiões estudadas da dentina (coronária e radicular – nos terços cervical, médio e apical, próximo ao conduto radicular) apresentaram valores semelhantes de dureza Martens, módulo de elasticidade e microdureza Knoop. Fraca correlação negativa foi encontrada entre os valores de dureza Martens e microdureza Knoop na dentina radicular no terço cervical, enquanto nas outras regiões estudadas, considera-se ínfima a correlação entre os testes.

7. Referências Bibliográficas:

- 1- Boyer HE. Hardness testing. USA: ASM international,1987.
- 2- Craig RG, Peyton FA. The microhardness of enamel and dentine. J Dent Res 1958;37:661-8.
- 3- dos Santos PH, Karol S, Bedran-Russo AKB. Nanomechanical properties of biochemically modified dentin bonded interfaces. J Oral Rehabil 2011;38:541-46.
- 4- Fares NH, Filho HN, Pacheco IB, Coutinho KQ, Nagem HD. Resistência flexural e módulo de elasticidade da resina composta. Rev de Clin Pesq Odontol 2005; 2: 53-5.
- 5- Fuentes V, Toledano M, Osorio R, Carvalho R. Microhardness of superficial and deep sound human dentin. J Biomed Mater Res 2003; 66: 850-3.
- 6- Hart PS, Hart TC. Disorders of human dentin. Cells Tissues Organs 2007; 186:70-7.
- 7- Hodge HC. Hardness testes on teeth. J Dent Res 1936; 15: 271-9.
- 8- Kinney JH, Marshall SJ, Marshall GW. The mechanical properties of human dentin: a critical review and re-evaluation of the dental literature. Crit Rev Oral Biol Med 2003; 14:13-29.
- 9- Mahoney E, Holt A, Swain M, Kelpatrick N. The hardness and modulus of elasticityof primary molar teeth: an ultra-microindentation study. J Dent 2000; 28: 589-94.
- 10- Perinka L, Sano H, Hosoda H. Dentin thickness, hardness, and ca concentration vs bond strength of dentin adhesives. Dent Mater 1992; 8: 229-33.

- 11- Sabbagh J, Vreven L, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resin-based materials. *Dent Mat* 2002;18:64-71.
- 12- Shahdad SA, McCabe JF, Bull S, Rusby S, Wassell RW. Hardness measured with traditional Vickers and Martens Hardness methods. *Dental Mater* 2007;23:1079-85.
- 13- Soares ALS. Fotorrefletância. Microdureza e microscopia eletrônica de varredura do esmalte dental humano, submetido ao clareamento in vitro com ativação por laser de argônio ou matriz de LEDs associada a laser de diodo [dissertação]. São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba; 2004
- 14- Soprano V. Estudo de parâmetros para ensaio de microdureza em amálgama de prata, resina composta, dentina e esmalte bovino [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo 2007 141f. Dissertação (Mestrado em Dentística) – Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, São Paulo; 2007.
- 15- Xu HH, Smith DT, Jahanmir S, Romberg E, Kelly JR, Thompson VP, et al. Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin. *J Dent Res* 1998; 77:472-80.
- 16- Waters NE. Some mechanical and physical properties of teeth. *Symp Soc Exp Biol* 1980;34:99-135.