

## **Análise topográfica, diametral e quantitativa de túbulos dentinários em canais radiculares de dentes humanos**

### ***Analysis topographical, diametrical and quantitative of dentinal tubules in root channels of human teeth***

#### **Mariana SIVIERO**

Graduando – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

#### **Marcos Uyeda AIVAZOGLU**

Estagiário – Disciplina de Endodontia – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

#### **Samira Esteves Afonso CAMARGO**

Mestrando – Programa de Pós-Graduação – Odontologia Restauradora – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

#### **Carlos Henrique Ribeiro CAMARGO**

Professor Assistente Doutor - Disciplina de Endodontia - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

#### **Márcia Carneiro VALERA**

Professora Adjunta – Disciplina de Endodontia – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP – São José dos Campos – SP – Brasil

---

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi avaliar o número e o diâmetro de túbulos dentinários em canais radiculares, nos diferentes terços, em dentes humanos, visando auxiliar estudos na área da permeabilidade dentinária. Para tal, foram utilizados 24 dentes humanos pré-molares hígidos, divididos em 4 grupos de acordo com faixas etárias - G1: 10-15; G2: 16-30; G3: 31-45; G4: 46-80 anos de idade. Os dentes tiveram suas coroas removidas, sendo os canais instrumentados, seccionados longitudinalmente, submetidos ao ultra-som e lavados com EDTA. Em seguida, foram metalizados e analisados ao MEV. Os dados obtidos foram submetidos aos testes ANOVA e Tukey (5%). Quando analisados os terços radiculares, o cervical apresentou a maior média, seguido dos terços médio e apical. Com relação às faixas etárias, o G3 apresentou a maior média de número de túbulos dentinários, tendo o G4 apresentado uma média significativamente menor que os demais. Não foram encontrados, nos grupos estudados, diferenças com relação ao diâmetro tubular. Concluímos que apenas os grupos G3 e G4 diferiram estatisticamente entre si, com relação ao número de túbulos dentinários.

#### **UNITERMOS**

Dentina; permeabilidade da dentina; componentes do dente; cavidade da polpa dentinária

---

#### **INTRODUÇÃO**

Quando da presença de grandes quantidades de microorganismos no sistema de canais radiculares, a fase de desinfecção é imprescindível para a eliminação destes nas áreas em que a terapia endodôntica convencional não tem acesso, tais como: canais laterais e secundários, delta apical, massa dentinária e crateras de reabsorção<sup>15, 22</sup>.

A permeabilidade dentinária tem sido objetivo de diversos estudos que relatam que a relação de

transporte e os efeitos subsequentes de agentes terapêuticos aplicados diretamente sobre a dentina exposta são dependentes do número e diâmetro dos túbulos dentinários<sup>3,5,17,20</sup>, sendo essencial o conhecimento detalhado dessas estruturas para o entendimento do mecanismo pelo qual ocorre a permeabilidade deste tecido e, portanto, a eficácia do uso de medicamentos intra-canais e cimentos obturadores endodônticos atualmente empregados<sup>15</sup>.

Uma grande variedade de técnicas tem sido utilizada para revelar esses detalhes estruturais, incluindo a histoquímica, microscopia por imunofluorescência,

microscopia de luz e microscopia eletrônica de varredura<sup>4,9,11,14</sup>.

Bödecker, Applebaum<sup>1</sup> (1933), avaliaram dentes humanos extraídos pertencentes a diversas faixas etárias, e, com base em estudos histológicos, concluíram que os dentes jovens apresentavam maior permeabilidade dentinária quando comparados aos adultos, relatando que esta era diminuída, devido a processos fisio-patológicos, ao longo dos anos. Esses resultados são também suportados por Porter et al.<sup>18</sup> (2005) que ao estudarem a mineralização da dentina frente ao decorrer da idade e a diversas situações as quais esta é exposta, relataram que há um aumento na mineralização dos túbulos dentinários com o decorrer dos anos acarretando dessa forma uma menor permeabilidade dentinária.

Somado aos autores acima citados, diversos estudos foram realizados relacionando o número e o diâmetro dos túbulos dentinários com a dentina adjacente à polpa, intermediária e periférica<sup>7,23</sup>, mas são escassos na literatura estudos que avaliam a distribuição de túbulos dentinários de acordo com os terços radiculares.

Considerando a importância do assunto, a proposta do presente estudo foi determinar se há ou não correlação entre o número e o diâmetro dos túbulos dentinários nos terços radiculares e as faixas etárias, auxiliando assim o estudo da permeabilidade dentinária.

## MATERIAL E MÉTODO

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP - SP (064/2003 PH/CEP). Para tal, foram utilizados 24 pré-molares humanos unirradiculados, hígidos, extraídos por motivos periodontais ou ortodônticos, divididos em quatro grupos de acordo com a faixa etária, sendo eles, G1: 10-15; G2: 16-30; G3: 31-45 e G4: 46-80 anos de idade. Depois de recolhidos, foram polidos com pedra pomes e água, utilizando-se escova de Robinson, imersos em água destilada e mantidos sob refrigeração a  $-18^{\circ}\text{C}$  até o momento de sua utilização.

Os espécimes foram seccionados na junção amelocementária utilizando-se disco de carborundum em torno de alta rotação e refrigeração a água. As coroas foram descartadas e os tecidos pulpares radiculares removidos com limas endodônticas tipo Kerr números 15 e 20 (Maillefer®), de 21 e 25 mm, pelo orifício coronário, sendo o canal radicular abundantemente irrigado com água destilada para a remoção dos resíduos pulpares.

Foi então realizada uma instrumentação endodôntica com limas Kerr (Maillefer®), preparando um batente apical com a utilização de três instrumentos além do instrumento apical inicial (diâmetro anatômico do canal), para um melhor debridamento da estrutura dentinária e remoção de matéria orgânica. A amostra foi seccionada longitudinalmente no sentido vestibulo-lingual, sendo realizado um sulco, em cada terço do espécime, para que houvesse uma padronização das áreas a serem analisadas ao Microscópio eletrônico de varredura (MEV). Após a secção, estes foram levados a cuba de ultra-som por um período de 5 minutos com água destilada e, em seguida lavados com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) por 3 minutos, sendo então enxaguados com água destilada por 1 minuto. Os espécimes foram colocados sobre um filtro de papel sob uma campânula de vidro, e deixados secar a temperatura ambiente.

Posteriormente foram montados em stubs de alumínio e submetidos à evaporação da liga ouro-paládio pelo processo de sputtering, utilizando-se o aparelho Desk II (Denton Vacuum®, Morestown-NJ, USA), por 180s. Em seguida foram observados em microscópio eletrônico de varredura (MEV) 20-30Kv (JSM 5310 Scanning Microscope, JEOL®, Japan) sendo as análises realizadas nos terços cervical, médio e apical de cada espécime.

O número de túbulos dentinários, em cada terço, foi contabilizado a partir de fotomicrografias com  $10.000\mu\text{m}^2$  de área total, feitas sob magnificação de 1000x, sendo todos os túbulos presentes e não obstruídos contabilizados em cada terço radicular. O diâmetro dos mesmos foi determinado em fotomicrografias com  $2500\mu\text{m}^2$  de área total, feitas sob magnificação de 5000x, sendo contabilizados dez túbulos dentinários de cada fotomicrografia obtida. Somente túbulos que mostraram o lúmen quase circular foram selecionados.

As fotomicrografias foram então inseridas no software Image Tool® 3.0 (University of Texas Health Science Center in San Antonio, Copyright© 1995-2002), que permite a delimitação e cálculo de áreas, perímetros, distâncias selecionadas e contagens de objetos, dentre inúmeras outras funções, a partir de medidas padronizadas. A partir deste software foram então realizadas as contagens e medidas necessárias.

Os dados obtidos foram submetidos aos testes estatísticos de análise de variância (ANOVA) paramétrica a dois fatores, sendo eles a faixa etária e o terço radicular. Esta análise foi seguida pelo Teste de Tukey. Para toda a análise foi empregado um valor de  $\alpha=0,05$ .

## RESULTADOS

Na Tabela 1 pode-se observar os resultados do teste ANOVA (2 fatores) de medidas repetidas para

o número de túbulos dentinários, sendo o fator terço radicular considerado o fator dentre grupos, e a faixa etária considerado como o fator entre grupos. Nível de significância para  $p < 0,05$ .

**Tabela 1 – Resultados da ANOVA 2 fatores para o número de túbulos dentinários**

| Fatores                        | Grau de liberdade | F     | P     |
|--------------------------------|-------------------|-------|-------|
| Faixa etária                   | 3                 | 4,95  | 0,00* |
| Terço Radicular                | 2                 | 87,80 | 0,00* |
| Faixa etária X Terço Radicular | 6                 | 1,01  | 0,43  |

\* Diferenças significativas

Na Tabela 1, verifica-se que em relação ao número de túbulos dentinários, para os fatores faixa etária e terço radicular, foram encontradas diferenças significativas. Não foi constatada uma interação significativa entre os mesmos.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados da ANOVA a 2 fatores para o diâmetro de túbulos dentinários, com um nível de significância para  $p < 0,05$ .

Verifica-se na Tabela 2 que apenas o fator terço radicular apresentou uma diferença significativa com relação ao diâmetro dos túbulos dentinários. Para o fator faixa etária não foram constatadas diferenças significativas, não havendo também interação significativa entre estes.

**Tabela 2 – Resultados da ANOVA 2 fatores para o diâmetro dos túbulos dentinários**

| Fatores                        | Grau de liberdade | F     | P     |
|--------------------------------|-------------------|-------|-------|
| Faixa etária                   | 3                 | 1,37  | 0,28  |
| Terço Radicular                | 2                 | 90,22 | 0,00* |
| Faixa etária X Terço Radicular | 6                 | 1,78  | 0,12  |

\* Diferenças significativas

Na Tabela 3 encontra-se os resultados do teste de Tukey para o fator faixa etária, no qual os grupos de mesmo desempenho estão agrupados em conjuntos.

**Tabela 3 – Resultados do Teste de Tukey para o fator faixa etária em relação ao número de túbulos dentinários por 10.000 $\mu\text{m}^2$** 

| Grupos | Faixa etária | Média  | Conjuntos Homogêneos |
|--------|--------------|--------|----------------------|
| G3     | 31-45        | 380.89 | A                    |
| G1     | 10-15        | 335.83 | AB                   |
| G2     | 16-30        | 297.89 | AB                   |
| G4     | 46-80        | 252.28 | B                    |

\* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significativas

Com relação ao número de túbulos observou-se que a faixa etária de 46-80 anos de idade apresentou uma média significantemente menor que as demais. A faixa etária de 31-45 anos de idade apresentou a

maior média de número de túbulos dentinários por área.

Na Tabela 4 são observados os resultados do Teste de Tukey para o fator terço radicular.

**Tabela 4 – Resultados do Teste de Tukey para o fator região do dente em relação ao diâmetro ( $\mu\text{m}$ ) e ao número dos túbulos dentinários (10.000  $\mu\text{m}^2$ )**

| Terço Radicular | Média diâmetro | Conjuntos Homogêneos* | Média Número de túbulos | Conjuntos Homogêneos* |
|-----------------|----------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|
| Cervical        | 3,20           | A                     | 490.46                  | A                     |
| Médio           | 2,80           | B                     | 290.08                  | B                     |
| Apical          | 2,11           | C                     | 169.63                  | C                     |

\* Os grupos acompanhados das mesmas letras não apresentam diferenças significativas

Nota-se na Tabela 4 que houve uma diferença estatisticamente significante entre os terços radiculares tanto para o fator diâmetro, quanto para o fator número de túbulos, sendo o terço cervical o que apresentou maior número de túbulos dentinários e os maiores

diâmetros, seguido em ordem decrescente pelos terços médio e apical.

Na Figura 1 pode-se observar as diferenças constatadas ao MEV nos diferentes terços radiculares, com relação ao número e diâmetro dos túbulos dentinários.

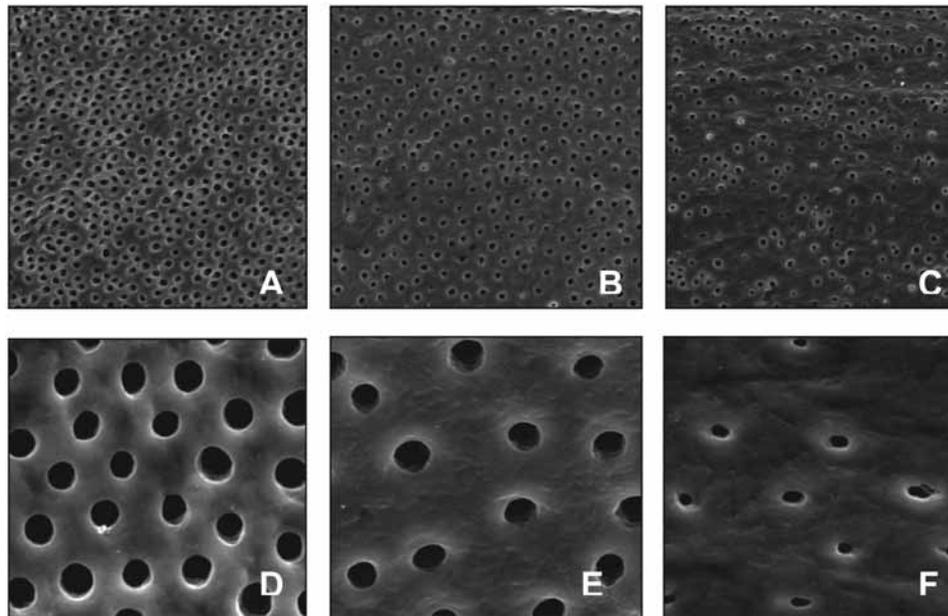


FIGURA 1 – Fotomicrografias obtidas a partir do MEV (A e D – Cervical - 1000x e 5000x, respectivamente; B e E – Médio - 1000x e 5000x, respectivamente; C e F – Apical - 1000x e 5000x, respectivamente)

Na Figura 2 pode ser feita uma comparação entre os diferentes grupos segundo a média do número de túbulos para os três diferentes terços radiculares e faixas etárias.

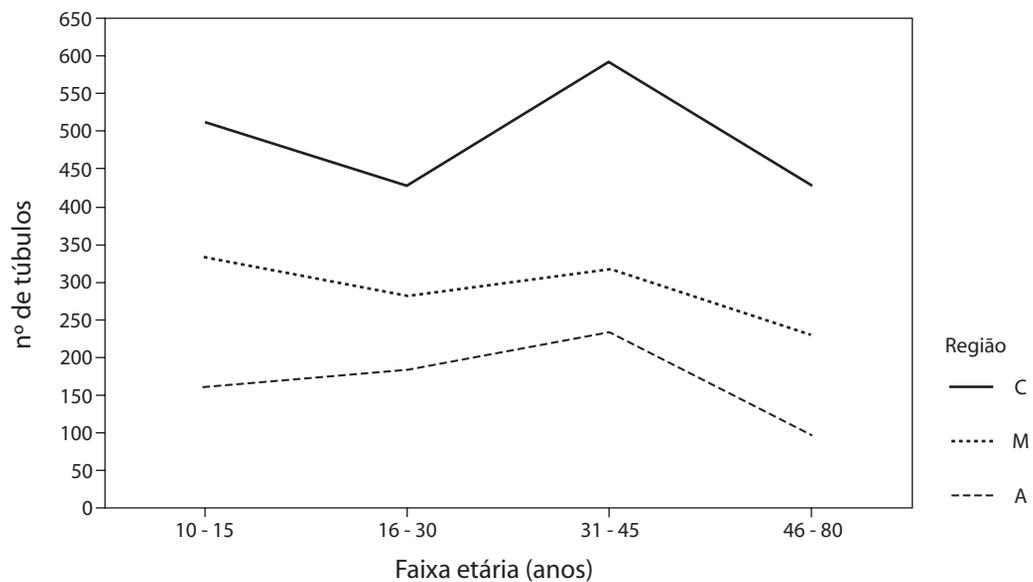


FIGURA 2 – Médias do número de túbulos para os três diferentes terços segundo a faixa etária

Observam-se, na Figura 3, as médias obtidas por cada faixa etária de acordo com o terço radicular para o diâmetro de túbulos dentinários.

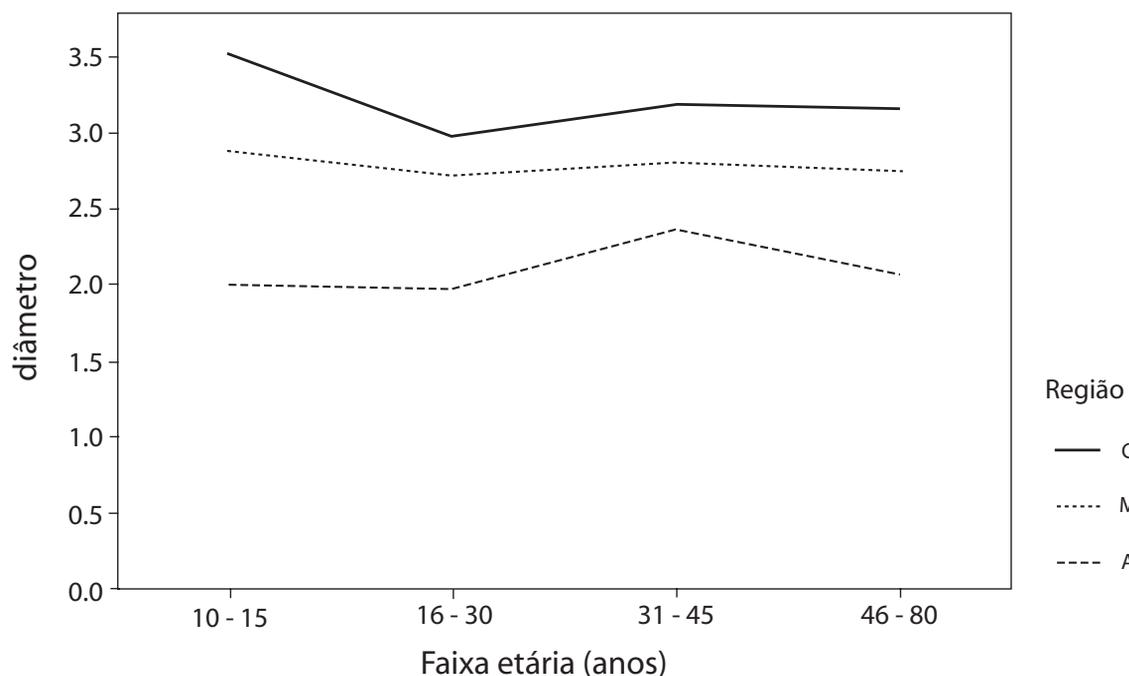


FIGURA 3 – Média do diâmetro de túbulos dentinários de acordo com a faixa etária e terço radicular.

## DISCUSSÃO

A dentina é um tecido mineralizado composto por aproximadamente 70% de matriz inorgânica, 18% de matriz orgânica e 12% de água<sup>13</sup>, sendo que esta mineralização continua com o avançar da idade, diferindo para os diversos grupos dentais<sup>4,12,18,21</sup>. Por este motivo foram utilizados neste estudo pré-molares unirradiculados; para que houvesse uma padronização da dentina avaliada com relação ao estágio de mineralização.

A permeabilidade é uma característica do tecido dentinário, uma vez que este é constituído por um grande número de túbulos. Essa permeabilidade é dependente de fatores tais como o número e o diâmetro dos túbulos dentinários, a espessura da dentina, a concentração dos fluídos presentes neste tecido e a presença ou ausência de smear layer e outros precipitados<sup>19</sup>.

O número e o diâmetro dos túbulos dentinários em dentes humanos têm sido mensurados por diversos autores utilizando o microscópio eletrônico

de varredura<sup>2-4, 6,7,11,14</sup>. No entanto, poucos trabalhos analisaram a estrutura dentinária relacionando-a aos terços radiculares e a diversas faixas etárias. Devido a este fato surgiu a proposta do presente estudo.

Carrigan et al.<sup>2</sup> (1984) avaliaram, por meio do microscópio eletrônico de varredura, o número de túbulos dentinários presentes nos terços radiculares (cervical, médio e apical), nas seguintes faixas etárias: 20 a 34, 35 a 44, 45 a 54, 55 a 79 e acima dos 80 anos de idade. Os autores concluíram que o número de túbulos na região cervical e média da raiz é praticamente o mesmo, havendo uma diminuição acentuada no terço apical. Com relação às faixas etárias estudadas, foi constatada uma diminuição do número destas estruturas nas idades mais elevadas. Quando avaliado o número de túbulos dentinários nos terços radiculares, os resultados estão de acordo com os encontrados por Whittaker & Kneale<sup>24</sup> (1979) que constataram ser este maior na região coronária, diminuindo significativamente em direção ao ápice dental.

Avaliando os resultados deste estudo, concluiu-se que há uma diminuição significativa em relação ao

número de túbulos dentinários tanto quando analisados os terços radiculares (Tabela 4, Figura 1), assim como quando analisadas as faixas etárias (Tabela 3, Figura 2), apesar de não haver uma interação estatisticamente significativa entre os fatores localização e faixa etária (Tabela 1). Este fato pode explicar o sucesso da terapia endodôntica, em sendo esta baseada no selamento do canal radicular, especialmente na região apical.

Quanto às idades estudadas, a faixa etária de 46-80 anos mostrou o menor número de túbulos dentinários quando comparada às outras faixas analisadas (Tabela 3). Essa diminuição no número de túbulos dentinários encontrada nos indivíduos mais idosos pode explicar, aliada a outros fatores, a sensibilidade dental reduzida nesses pacientes.

O maior número de túbulos dentinários foi encontrado no grupo estudado com espécimes pertencentes à faixa etária dos 31-45 anos de idade (Tabela 3). Esse resultado não era esperado já que se sabe que com o passar dos anos a tendência é haver uma obliteração progressiva dos túbulos dentinários podendo até haver, em alguns casos, a obliteração total destes, o que faz com que haja uma diminuição no número de túbulos nos indivíduos mais idosos<sup>18</sup>. Acreditamos que o resultado obtido possa ser creditado a amostra, exemplo as características anatômicas de cada indivíduo, já que os hábitos de vida dos pacientes, aos quais os espécimes estudados pertenciam, não foram analisados neste estudo, podendo ter sido encontrada uma explicação caso estes tivessem sido analisados. Devemos considerar também as limitações da análise ao MEV, pois as áreas a serem fotografadas, dentro dos terços radiculares, eram escolhidas por apresentarem maior clareza na visualização dos túbulos dentinários.

Ainda com relação ao número de túbulos dentinários, diversos autores estudaram essa estrutura levando em consideração a proximidade do canal radicular, analisando-a perifericamente, em sua porção mediana e na parede que circunda a estrutura pulpar<sup>6,8,23</sup>.

Mjör et al.<sup>15</sup> (2001), analisando a estrutura dentinária no terço apical de dentes humanos em cortes histológicos, encontraram um número muito maior de túbulos dentinários nas paredes que circundam o canal radicular quando comparados aos encontrados perifericamente. Esses resultados também foram encontrados por Garberoglio, Brännström<sup>7</sup> (1976), que analisaram não somente a região apical como toda a estrutura radicular, evidenciando um mesmo comportamento com relação à distribuição do número de túbulos na estrutura dentinária; no entanto, estes autores estudaram o fator faixa etária e não encontra-

ram diferenças estatisticamente significantes entre o grupo de dentes jovens e os adultos, o que demonstra haver uma diferença entre analisar as estruturas dentinárias nos terços radiculares e analisá-las levando em consideração distâncias padronizadas do canal que abriga o tecido pulpar.

Garberoglio, Brännström<sup>7</sup>, em 1976, relataram que o diâmetro do lúmen do túbulo dentinário depende da distância ao canal radicular e da idade do dente. Em um estudo realizado por Murray et al.<sup>16</sup> (2002), foram avaliadas possíveis alterações na densidade celular do tecido pulpar, área ocupada por este tecido e espessura do tecido dentinário em diversas faixas etárias. Os autores concluíram que apesar de haver um decréscimo no número de células presentes no tecido pulpar e uma diminuição na área ocupada por este, acarretando menor possibilidade de reparo pulpar quando da presença de alterações patológicas, há um aumento na espessura de dentina nas faixas etárias mais elevadas, protegendo o tecido pulpar já envelhecido fisiologicamente. Esse depósito ocorre não só em espessura, como também ao redor dos túbulos encontrados no tecido dentinário.

O diâmetro dos túbulos dentinários quando relacionados às faixas etárias, não apresentou diferenças estatisticamente significantes entre os grupos estudados nesta pesquisa (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Whittaker & Kneale<sup>24</sup> (1979) que, analisando a interface pré-dentina/dentina em dentes humanos, por meio da microscopia eletrônica de varredura, não encontraram diferenças significativas entre as diversas faixas etárias estudadas. Porém esses resultados são diferentes dos esperados, já que há um depósito de dentina peritubular durante todo o processo de senilidade, podendo até, em alguns casos, levar à completa obliteração do túbulo dentinário. Logo, esperava-se que houvesse uma diminuição no diâmetro dos túbulos dentinários com o aumento das faixas etárias pesquisadas.

Lopez Nicolas et al.<sup>10</sup> (1993) relatam que a pobre correlação encontrada entre o número e o diâmetro dos túbulos dentinários nas diferentes faixas etárias por vários autores pode estar relacionada a fatores tais como variabilidade individual que é influenciada pelo tipo de alimentação, presença ou ausência de hábitos parafuncionais, dentre outras características presentes em cada indivíduo e levadas consigo durante a vida. Contudo, com relação ao diâmetro dos túbulos dentinários nos terços radiculares, foram encontradas diferenças estatisticamente significantes (Tabela 2, Figura 3), sendo o terço cervical o que apresentou

maiores diâmetros, seguidos dos terços médio e apical (Tabela 4, Figura 1).

Fosse et al.<sup>6</sup> (1992) avaliaram a densidade numérica, o modelo de distribuição e o diâmetro dos túbulos dentinários em cortes transversais de tecido dentinário, analisando-os em profundidade. Concluíram que há um decréscimo no valor do diâmetro do túbulo dentinário quando comparadas a parede que circunda o conduto radicular e a parede externa da raiz dental, sendo os maiores valores encontrados adjacentes ao conduto radicular. Porém, estes autores não avaliaram os diferentes terços radiculares.

A diferença com relação à permeabilidade dentinária encontrada nas diversas faixas etárias talvez esteja relacionada somente com o número de túbulos dentinários, que diminui proporcionalmente nos terços radiculares com o decorrer da idade, não havendo alterações no diâmetro desses túbulos.

Observa-se pelos resultados deste estudo que houve uma diferença estatisticamente significativa quando analisado o número de túbulos dentinários nos terços radiculares em diferentes faixas etárias; já com relação ao diâmetro destes, essa diferença só foi constatada quando analisada a localização, não havendo diferenças significativas entre as diferentes

faixas etárias estudadas. Isto mostra que mais estudos devem ser realizados no intuito de esclarecer a possível inexistência de diferenças no diâmetro de túbulos dentinários em dentes jovens e adultos.

## CONCLUSÕES

Com base na análise dos resultados obtidos ao MEV, conclui-se que:

- Com relação ao número de túbulos dentinários, apenas os grupos G3 e G4 diferiram estatisticamente; sendo o terço cervical o que apresentou a maior média.
- Não foi encontrada uma correlação entre o número e o diâmetro dos túbulos dentinários entre as faixas etárias estudadas.

## AGRADECIMENTOS

Nossos agradecimentos ao Instituto Tecnológico de Pesquisas Espaciais (INPE) pelas sessões de microscopia eletrônica de varredura, ao professor Ivan Balducci pela realização da análise estatística e à FAPESP pelo suporte financeiro (Processo n° 03/09489-0).

---

## ABSTRACT

*The objective of this study was to evaluate the number and the diameter of dentinal tubules in root channels, in the different thirds, in human teeth, aiming at to assist studies in the area of the dentinal permeability. For such, 24 teeth human bicuspid were used, divided in 4 groups in agreement with age groups – G1: 10-15; G2: 16-30; G3: 31-45; G4: 46-80 years of age. The teeth had your crowns removed, being the scored channels, sectioned longitudinally, submitted to the supersonic sound waves and washed with EDTA. Soon after, they were metallized and analyzed to the MEV. The obtained data were submitted to the tests ANOVA and Tukey (5%). When analyzed the root thirds, the cervical one presented the average greater, followed of the third medium and apical. With relation to the age groups, the G3 presented the average greater of number of dentinal tubules, having the presented G4 a significantly lesser average that excessively. They had not been found, in the studied groups, differences with relation to the tubular diameter. We conclude that only the groups G3 and G4 had differed statistically between itself, with relation to the number of dentinal tubules.*

## UNITERMS

*Dentin; dentin permeability; tooth components; dental pulp cavity*

---

## REFERÊNCIAS

1. Bödecker CF, Applebaum E. The variable permeability of the dentin and its relation to operative dentistry. *Dent Cosmos*. 1933 Jan.; 75(1): 21-31.
2. Carrigan PJ, Morse DR, Furst ML, Sinai IH. A scanning electron microscopic evaluation of human dentinal tubules according to age and location. *J Endod*. 1984 Aug.; 10(8): 359-63.
3. Dourda AO, Moule AJ, Young WG. A morphometric analysis of the cross-sectional area of dentine occupied by dentinal tubules in human third molar teeth. *Int Endod J*. 1994 July.; 27(4): 184-9.
4. Eldarrat A, High A, Kale GM. Age-related changes in cyclic voltammetry and potentiodynamic studies of normal human dentine. *J Mater Sci Mater Med*. 2003 Nov.; 14(11):979-84.
5. Forssell- Ahlberg K, Brannstrom M, Edwall L. The diameter and number of dentinal tubules in rat, cat, dog and monkey. A comparative scanning electron microscopy study. *Acta Odontol Scand*. 1975; 33(5): 243-50.
6. Fosse G, Saele PK, Eide R. Numerical density and distributional pattern of dentin tubules. *Acta Odontol Scand*. 1992 Aug.; 50(4): 201-10.
7. Garberoglio R, Brännström M. Scanning electron microscopic investigation of human dentinal tubules. *Archs Oral Biol*. 1976; 21(6): 355-62.
8. Harran Ponce E, Canalda Sahli C, Vilar Fernandez JA. Study of dentinal tubule architecture of permanent upper premolars: evaluation by SEM. *Aust Endod J*. 2001 Aug; 27(2):66-72.
9. Kubota K, Ajisaka M, Inoue Y, Yamaguchi S, Hasegawa I. Scanning electron microscopic observation of longitudinally sectioned dentinal tubules. *J Nihon Univ Sch Dent*. 1969 Dec.; 11(4): 140-3.
10. Lopez Nicolas M, Morales A, Luna A. Morphometric study of teeth in age calculation. *J Forensic Odontostomatol*. 1993 Jun.; 11(1): 1-8.
11. Mannocci F, Pilecki P, Bertelli E, Watson TF. Density of dentinal tubules affects the tensile strength of root dentin. *Dent Mater*. 2004 Mar.; 20(3):293-6.
12. Miller WA, Eick JD, Neiders ME. Inorganic components of the peritubular dentin in young human permanent teeth. *Caries Res*. 1971; 5(3): 264-78.
13. Mjör IA. Human coronal dentine: structure and reactions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*. 1972 May.; 33(5): 810-23.
14. Mjör IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. *Archs Oral Biol*. 1996 May; 41(5): 401-12.
15. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J*. 2001 July.; 34(5): 346-53.
16. Murray PE, Stanley HR, Matthews JB, Sloan AJ, Smith AJ. Age-related odontometric changes of human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2002 Apr.; 93(4): 474-82.
17. Outhwaite WC, Livingston MJ, Pashley DH. Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post-extraction time on human dentine permeability. *Arch Oral Biol*. 1976; 21(10): 599-603.
18. Porter AE, Nalla RK, Minor A, Jinschek JR, Kisielowski C, Radmilovic V, et al. A transmission electron microscopy study of mineralization in age-induced transparent dentin. *Biomaterials*. 2005 July.; 7.
19. Prati C. What is the clinical relevance of in vitro dentine permeability tests? *J Dent*. 1994 Apr.; 22(2): 83-8.
20. Prati C, Pashley DH. Dentine wetness, permeability and thickness and bond strength of adhesive systems. *Am J Dent*. 1992 Feb.; 5(1): 33-8.
21. Ruschel HC, Chevitarese O. Density and diameter of dentinal tubules of first and second primary human molars--comparative scanning electron microscopy study. *J Clin Pediatr Dent*. 2002 Spring; 26(3):297-304.
22. Sundqvist G, Johansson E, Sjögren U. Prevalence of black-pigmented bacteroides species in root canal infections. *J Endod*. 1989 Jan; 15 (1): 13-9.
23. Tidmarsh BG, Arrowsmith MG. Dentinal tubules at the root ends of apicected teeth: a scanning electron microscopy study. *Inter Endod J*. 1989 Jul.; 22(4): 184-9.
24. Whittaker DK, Kneale MJ. The dentine-predentine interface in human teeth – a scanning electron microscope study. *Br Dent J*. 1979 Jan 16; 146(2):43-6.

Recebido em: 19/08/05

Aprovado em: 27/10/05

Mariana Siviero  
 Av. Paul Harris, 520 Jardim das Colinas  
 CEP: 12242-170 – São José dos Campos – SP  
 Telefone 12-39411689/81168344  
 mariana.siviero@zipmail.com.br