



AVALIAÇÃO DA TOPOGRAFIA DE SUPERFÍCIE DO ESMALTE DENTÁRIO HUMANO ERUPCIONADO EM FUNÇÃO DA IDADE

Fabiana Gouveia Straioto

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Odontologia – Av. Pará, 1720. Bloco 2B, Campus Umuarama.

fabianagouveia@yahoo.com.br

Alfredo Júlio Fernandes Neto

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Odontologia – Av. Pará, 1720. Bloco 2B, Campus Umuarama.

alfredon@ufu.br

Carlos José Soares

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Odontologia – Av. Pará, 1720. Bloco 2B, Campus Umuarama.

carlosjsoares@umuarama.ufu.br

José Daniel Biasoli de Mello

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica – Av. João Naves d'Ávila, 2121. Bloco 1R, Campus Santa Mônica.

ltm-demello@ufu.br

Resumo: O estudo da topografia da superfície do esmalte dentário para conhecimento micro estrutural oferece dados sobre comportamento deste substrato na cavidade oral. Este trabalho tem o propósito de analisar a topografia de superfície do esmalte humano nas faces vestibular (V) e lingual (L) de dentes erupcionados de indivíduos de diferentes idades. Foram coletados 30 dentes humanos (dos quais foram extraídas porções de esmalte V e L) divididos em 4 grupos: A= idade de 20 á 40 anos/V, B= idade de 20 á 40 anos/L, C= idade de 41 á 60 anos/V e D= idade de 41 á 60 anos/L. As amostras foram metalizadas e analisadas em interferômetro a laser (Microfocus Expert IV), para medições em área de 4mm² e avaliadas qualitativamente no MEV. Os parâmetros de topografia considerados para avaliação de superfície foram: Sa (média aritmética das alturas de picos e vales), Sq (desvio padrão das alturas de picos e vales, Ssk (coeficiente de simetria) e Sk (coeficiente de achatamento). Os valores foram submetidos à análise estatística, aplicando ANOVA – teste de Tukey ($p < 0,05$). Os resultados em micrometros foram Sa: A– 1,37±0,57_A, B– 1,90±1,28_A, C–1,26±0,72_A, D–1,43±0,78_A; Sq: A– 2,03±1,00_A, B– 3,01±1,83_A, C–1,84±1,09_A, D–2,09±1,04_A (letras iguais representam grupos estatisticamente semelhantes). Os dentes apresentaram frequência do parâmetro Ssk: A- 93%, B- 87%, C e D- 60% de valores negativos indicando predominância de vales e valores de Sk<3: A e B-60% ,C- 67%, e D- 47%, indicando que para os grupos A,B,C predomina picos altos e vales baixos. Os resultados mostraram que nas condições desse estudo, o processo de envelhecimento e a localização do órgão dentário não influenciam a rugosidade de superfície do esmalte dentário, embora resulte na alteração da simetria topográfica.

Palavras-chaves: dente humano, topografia de superfície, sem contato e rugosidade de superfície.

1. INTRODUÇÃO

A coroa de dentes humanos é revestida por esmalte e internamente dentina. Esmalte é o tecido mais duro no corpo humano (Ten Cate, 2001 e Gwinnett, 1992), devido alto conteúdo de substâncias inorgânicas que se organizam em prismas, em forma de fechadura com média de 5µm (Figura 1). Cada prisma consiste de pacote compacto de cristais de carbonato de hidroxiapatita (Young, 1974), o qual é envolto de nanométrica camada de enamelina e orientada ao longo do eixo dos prismas. A área interfacial entre os prismas é conceituada esmalte inter-prismático, rico em proteína e resultado de incoerente combinação de cristais de diferentes orientações nesta área (Warshawsky, 1989), o qual possui estrutura básica de cristais de hidroxiapatita.

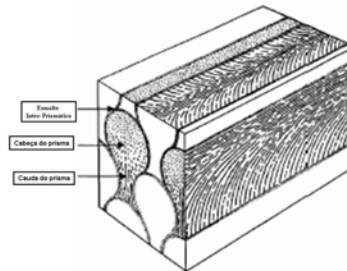


Figura. 1: Esquema de organização dos prismas de esmalte com diferentes orientações dos prismas de esmalte.

Estudos das propriedades do esmalte dentário são amplamente relatadas na literatura, envolvendo análise micromecânicas por meio de testes de microdureza feito por endentações Vicker e Knoop (von der Fehr, 1967) e atualmente com ensaios mecânicos de microdureza (Habelitz et al, 2001). Outra vertente é a avaliação de características de anisotropia do esmalte, relacionando com a direção das forças aplicadas bem como as orientações dos prismas (Giannini et al, 2004; Meckel et al, 1965 e Xu et al, 1998). Outro importante aspecto que influencia no comportamento físico do esmalte é a característica de superfície.

A tribologia é definida como “a ciência e tecnologia das superfícies interagindo em movimento relativo e das práticas relacionadas”, que foi introduzida pelo comitê de lubrificação por Jost (1966). A palavra “tribologia” tem origem da palavra grega “tribos”, que significa raspar, engloba a investigação científica de todos os tipos de atrito, lubrificação e desgaste e também a aplicação técnica dos conhecimentos tribológicos. O termo “superfície” pode ser entendido como a transição de uma transição de material para o meio. Desgaste e atrito são devidos o contato das superfícies em movimento relativo. A estrutura e as propriedades das superfícies podem ser muito importantes no processo de desgaste. Dependendo da estrutura da superfície as propriedades do volume e as propriedades superficiais dos materiais podem ser substancialmente diferentes (Gahr, 1987).

Estudo realizado por Zheng and Zhou (2005) avaliando o atrito e comportamento de desgaste de dente humano em diferentes idades, mostrou que o atrito e o comportamento de desgaste do dente humano interagem fortemente com idade. Comparando dente permanente com o jovem e de idades médias, algumas variações do coeficiente de atrito são observados para dente decíduo e dente permanente de idade velha. Os dentes permanentes de pacientes jovens e meia idades tiveram melhor resistência que o dente decíduo e o dente permanente de idosos, devido em parte pela maior dureza e também devido ao alinhamento mais perpendicular dos prismas do esmalte na superfície oclusal.

Entretanto, é necessário estudar as propriedades tribológicas dos dentes humano particularmente da região cervical, com o objetivo de revelar quantitativamente e qualitativamente comportamento da superfície desta região do esmalte dentário para conhecimento micro estrutural oferecendo dados sobre comportamento deste substrato na cavidade oral. A perda de estrutura dentária na região cervical é amplamente estudada na odontologia e pode ser causadas por fraturas acidentais, anomalias, cáries, ou pode estar relacionada a desgaste ou perda patológica de tecido duro em decorrência de forças mecânicas (Grippio, 1991 e Xhonga, 1977). Na literatura, desgaste

dental recebe várias terminologias devido à falta de entendimento, ou de concordância, na etiologia das lesões cervicais, as quais podem ser classificadas em três categorias: atrição, abrasão, erosão e abfração (Grippio, 1991).

Para então ajudar o tratamento clínico dos dentes e desenvolvimento de materiais restauradores, visto que desgaste dentário humano é um processo extremamente complexo que envolve reações mecânicas, térmica e química (Zheng and Zhou, 2005). Muitos dos fatores, como idade, várias mudanças patológicas, podem então afetar a superfície do dente humano. Poucos estudos têm sido realizados para revelar o efeito da idade no desgaste e atrito no comportamento de desgaste do dente humano. Este trabalho tem o propósito de analisar a topografia de superfície do esmalte humano nas faces vestibular (V) e lingual (L) de dentes erupcionados de indivíduos de diferentes idades.

2. MATERIAL E MÈTODO:

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (processo 069/04). Para a realização deste estudo foram coletados 30 dentes humanos divididos em 4 grupos: A= idade de 20 á 40 anos/V, B= idade de 20 á 40 anos/L, C= idade de 41 á 60 anos/V e D= idade de 41 á 60 anos/L., todos devidamente etiquetados e armazenados em timol a 0,2%. Os elementos dentários foram seccionados de acordo com esquema abaixo (Figura.2), extraíndo porção de esmalte vestibular e lingual e metalizados (Metalizadora Emitech K550, Kent, Inglaterra), por deposição de fina camada de ouro, equivalente a 10^{-6} mm, buscando aumento da refletividade da superfície.

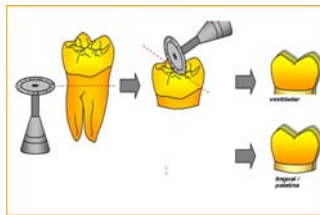


Figura 2. Esquema de preparo das amostras, porções extraídas de molares humanos: V–vestibular e L - lingual.

Após a metalização, os dentes foram examinados em interferômetro a laser (Microfocus Expert IV, UBM Corporation, Sunnyvale, CA, USA), realizados medições de área pré-determinada de $4,0 \text{ mm}^2$, por meio de leitura óptica. Os dados brutos obtidos foram analisados por meio do software (Mountains Map Universal, Digital Surf Versão 3.0), possibilitando a caracterização desta superfície quanto à forma e ondulação e calculando parâmetros da rugosidade superficial, usando valores de “cut-off” de 0,25. (Bastos, 2004; Leitão and Hegdahl, 1981 and Willems et al, 1991)

Os parâmetros de rugosidade avaliados para caracterização numérica da superfície, foram: S_a , média aritmética das alturas da superfície a partir de um plano médio e S_q , desvio padrão da distribuição das alturas de picos e vales da superfície (Gadelmawla et al, 2002 and Hutchings, 1992). Associado a avaliação dos parâmetros funcionais: S_{sk} , coeficiente de simetria (Figura. 3), parâmetro usado para medir a simetria de um perfil em relação ao plano médio e S_k , coeficiente de achatamento (Figura.4), que descreve a forma da distribuição de altura da topografia.

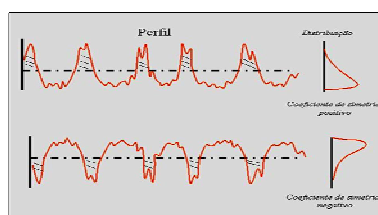


Figura 3. Definição de coeficiente de simetria; coeficientes positivos caracterizam superfície com predominância de picos e coeficientes de simetria negativos, caracterizam superfície com predominância de vales.

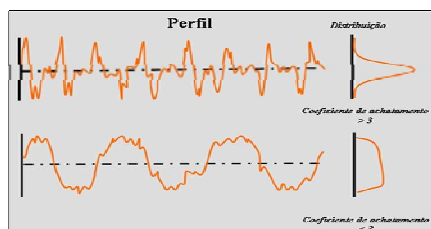


Figura 4. Definição de coeficiente de achatamento; $Sk < 3$ curva plana com poucos picos altos e vales baixos; $Sk > 3$ curva fina com muitos picos altos e baixos vales.

As amostras foram examinadas em microscópio eletrônico de varredura (MEV) (DMS 940A, Zeiss, Oberkochen, Alemanha), para analisar qualitativamente as regiões e obtidas figuras com aumento de 500x.

Os valores encontrados de cada parâmetro foram analisados estatisticamente, sendo os parâmetros S_a e S_q , por apresentarem distribuição normal e homogênea foram submetidas ao teste paramétrico de Tukey ($\alpha=0,05$) e S_k e S_{sk} expressos em frequência.

3. RESULTADOS

Valores médios e desvios padrões dos parâmetros S_a e S_q para o esmalte dentário humano de diferentes faixas etárias e face dentária estão referidos Tabela 1. Com o objetivo de testar a hipótese formulada os dados foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade e demonstraram apresentar distribuição normal e homogênea para ambos parâmetros, assim, foi aplicado o teste paramétrico Tukey para S_a e S_q e os valores de S_k e S_{sk} foram apresentados em forma de frequência (Tabela 1).

O valor médio de S_a foi maior no grupo D e menor média no grupo C, entretanto não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para o parâmetro S_a analisado. Assim como para o parâmetro S_q , que foi maior no grupo B e menor no C, mas também foram estatisticamente iguais. Os parâmetros funcionais de rugosidade superficial S_{sk} em todos os grupos apresentou maior frequência de valores negativos indicando predominância de vales na superfície e o parâmetro S_k é possível verificar o aumento da frequência de valores < 3 no grupo de maior idade.

Tabela 1. Valores de média, desvio padrão e frequência dos parâmetros analisados.

G R U P O S	Valores em μm		Valores em frequência (%)			
	S_a	S_q	S_{sk}		S_k	
			% vale (-)	% pico (+)	< 3	> 3
A	$1,37 \pm 0,25a$	$2,03 \pm 1,00a$	87	13	60	40
B	$1,28 \pm 1,28a$	$3,01 \pm 1,83a$	60	40	60	40
C	$1,26 \pm 0,72a$	$1,84 \pm 1,09a$	73	27	67	33
D	$1,43 \pm 0,78a$	$2,09 \pm 1,04a$	73	27	47	53

Representação gráfica da rugosidade superficial ao longo da área analisada está representada na Figuras. 6, 7, 8 e 9, imagens em 3D da rugosidade da superfície, que permite ótima visualização dos relevos (Bastos et al, 2003).

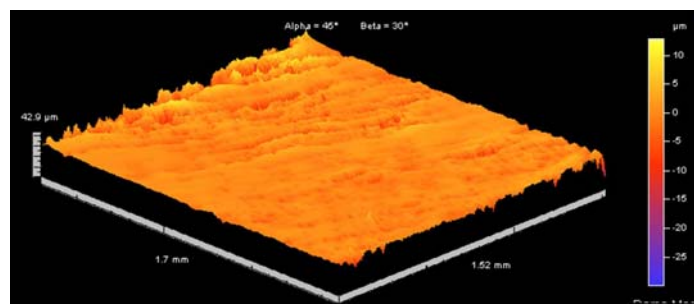


Figura 6. Rugosidade superficial do esmalte humano analisado grupo A: idade de 20 á 40 anos/V.

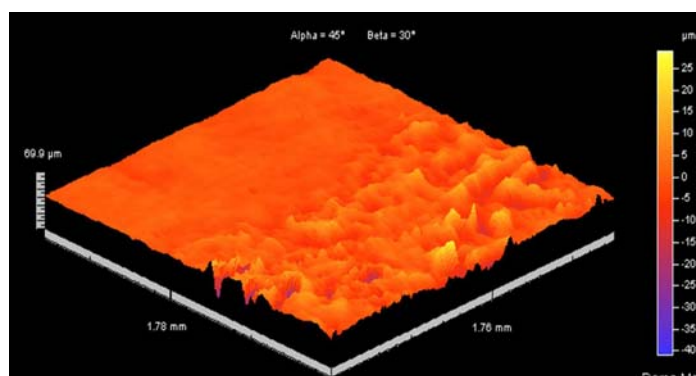


Figura 7. Rugosidade superficial do esmalte humano analisado grupo B: idade de 20 á 40 anos/L.

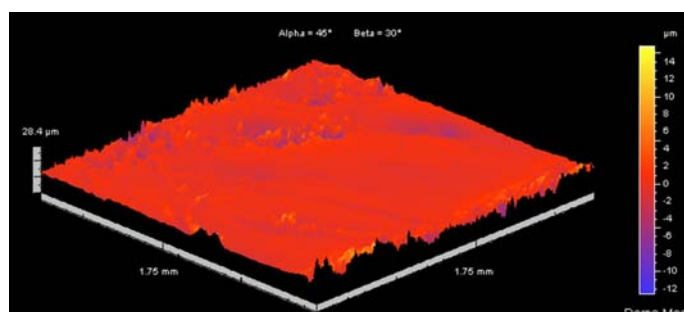


Figura 8: Rugosidade superficial do esmalte humano analisado grupo C: idade de 41 á 60 anos/V.

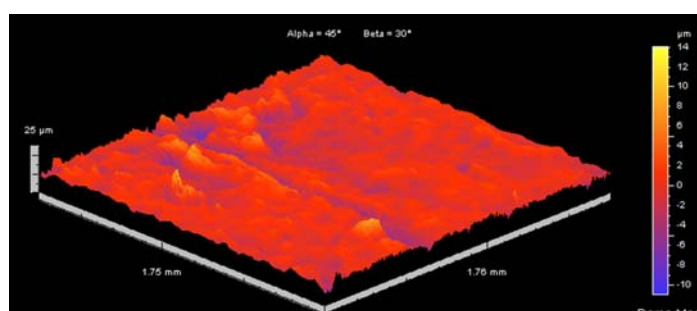


Figura 9: Rugosidade superficial do esmalte humano analisado grupo D: idade de 41 á 60 anos/L.

Avaliação qualitativa da superfície apresentada por meio de microscopias eletrônicas de varredura importante associação de métodos para confirmação dos dados quantitativos obtidos da rugosidade Figuras. 10, 11, 12 e 13.

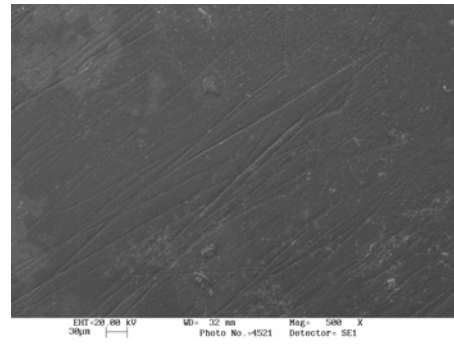
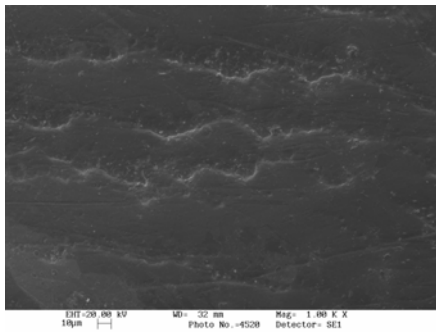


Figura. 10 e 11: Típica área cervical de idade de 20 a 40 anos, sendo a face vestibular e lingual respectivamente.

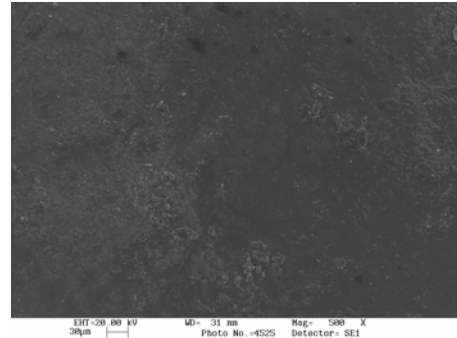
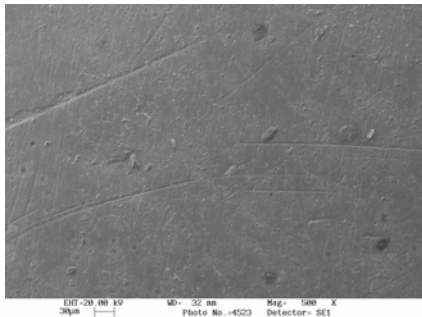


Figura. 12 e 13: Típica área cervical de idade de 41 a 60 anos, sendo a face vestibular e lingual respectivamente.

4. DISCUSSÃO

A combinação de interferometria a laser (análise de superfície sem contato) e microscopia eletrônica de varredura permite observação do comportamento da superfície do esmalte dentário por meio de análise quantitativa e qualitativa deste substrato. Trabalhos publicados na literatura muitas vezes apresentam resultados com avaliações qualitativas (Fearnhead et al, 1982) sem meio de quantificação de dados numéricos, por isso a importância de associação de métodos. Habelitz et al (2001) destaca a importância desta associação estudos das propriedades mecânicas do esmalte em escala nanométrica.

Frequentemente a topografia de superfície é descrita simplesmente por perfis bidimensionais, é relatado limitações da resolução de leitura pela dependência das dimensões e geometria do apalpador, o qual deve ser de dureza superior à superfície estudada, pois evita, desgaste do dispositivo, com isso outro inconveniente é gerado, o possível risco da superfície. Assim, técnicas digitais de análise de superfície em 3D, sem contato, por meio de leitura ótica, possibilita estudo de área da superfície e não de apenas de perfil possibilitando a obtenção de dados sem distorções ou danos à superfície. Pode-se com este método analisar sucessivas vezes a mesmo espécime sem alterá-la, podendo associá-lo a outros métodos de estudo ou fatores modificadores de superfície (Hutchings, 1992 e Whitehead et al, 1999).

A caracterização numérica da superfície depende dos parâmetros de rugosidade selecionados. São comumente usados S_a e S_q , que não dão informações de forma ou espaço das irregularidades da superfície, e não definem a informação de probabilidade de alturas encontradas na superfície. Sendo necessário a associação de parâmetros funcionais (S_{sk} e S_k) para satisfatória descrição da topografia da superfície, sendo necessárias informações sobre a distribuição da probabilidade das alturas da superfície e distribuição espacial dos picos e vales na superfície. Parâmetros estes avaliados por Wang et al (2005), verificando a necessidade de emprego destes parâmetros na análise do comportamento mecânicos das superfícies.

Os grupos apresentaram valores de S_a e S_q estatisticamente iguais, porém um dos parâmetros funcionais analisados demonstrou modificação na frequência de valores de $S_k < 3$, sugerindo diminuição dos picos altos e diminuição dos vales mais profundos, assim como o estudo

de Fearnhead et al (1982) que avaliando porosidade da superfície do esmalte comenta sobre o processo de maturação desta superfície, ocorrendo preenchimento dos poros, beneficiados pela existência de sais na saliva. Assim, como Zheng et al (2005) em seus estudos determina o esmalte dentário de diferentes faixas etárias apresentam comportamento flutuante quanto ao coeficiente de atrito.

Assim, com base nos resultados e no âmbito das limitações deste estudo o fato do tempo de exposição do elemento dentário na cavidade oral e os mecanismos de desgaste naturais em que esses elementos dentários são submetidos considerando os parâmetros de amplitude de rugosidade S_a e S_q , não ocorre alteração da rugosidade. Porém quando considerado parâmetros funcionais é possível verificar alteração na rugosidade da superfície avaliada, inferindo que o desgaste fisiológico não é capaz de causar significativa perda de material.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimento a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fomento concedido por meio de bolsa de Mestrado. As atividades foram realizadas no laboratório de Tribologia e Materiais (LTM) da Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da Universidade Federal de Uberlândia, agradecimentos a todos do laboratório pela colaboração na realização deste trabalho e ao Dr. E.W Kitajima (NAP/MEPA-ESALQ/USP) pelo suporte técnico na confecção das microscopias de varredura.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bastos, F.S.; Las Casas E.B.; Gogoy G.C.D. and Buono V.T.L., 2004, “Análise da topografia do esmalte dentário”, In: 59º Congresso Anual Internacional da ABM, São Paulo, pp 4134-4143.
- Fearnhead, R.W.; Kawasaki, K. and Inoue, K, 1982, “Comments on the porosity of human tooth enamel”, Journal Dental Research, Vol. 61(Sp Iss), pp 1524-1530.
- Gadelmawla, E.S.; Koura, M.M.; Makoud, T.M.A.; Elewa, I.M. and Soliman, H.H., 2002, “Roughness parameters”, Journal of Materials Processing Technology; Vol.123, pp 133-145.
- Gahr, K.H.Z., 1987, “Microstructure and wear of materials”, Elsevier, USA.
- Giannini M.; Soares C.J. and de Carvalho R.M., 2004, “Ultimate tensile strength of tooth structures”, Dental Materials, Vol. 20, pp 322-329.
- Grippio, J.O., 1991b, “Tooth flexure [letter; comment]”, Journal American Dental Association, Vol. 122, pp 13.
- Gwinnett A.J., 1992, “Structure and composition of enamel”, Operative Dent, Suppl 5, pp 10-17.
- Habelitz S.; Marshall S.J.; Marshall G.W.Jr. and Balooch M., 2001, “Mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale”. Archives of Oral Biology, Vol.46, pp 173-183.
- Hutchings I.M., 1992 “Tribology – friction and wear of Engineering Materials”, Hodder Headline; UK.
- Jost, H.P., 1966, “Lubrication (Tribology) – A Report of the Present Position and Industry’s Needs”, Department of Education and Science, H. M Stationary Office, London.
- Leitão, J. and Hegdahl, T., 1981, “On the measuring of roughness”. Acta Odontology Scandinavian, Vol. 39, pp 379-384

- Meckel, A.H., Griebstein, W.J. and Neal, R.J., 1965, "Structure of mature human dental enamel as observed by electron microscopy", *Archives of Oral Biology*, Vol. 10, pp 775-83.
- Ten Cate R., 2001, "Histologia bucal: desenvolvimento, estrutura e função", Guanabara Koogan, São Paulo.
- von der Fehr F.R., 1967, "A study of carious lesions produced in vivo in unabraded, abraded, exposed, and F-treated human enamel surfaces, with emphasis on the x-ray dense outer layer", *Archive Oral Biology*. Vol. 12, pp 797-814.
- Wang, W.; Chen, H.; Hu, Y. and Wang, H., 2005, "Effect of surface roughness parameters on mixed lubrications characteristics", *Tribology International*, *in press*, pp 1-6.
- Warshawsky, H., 1989 "Organization of crystals in enamel", *Anatomic Research*, Vol. 224, pp 242-462.
- Whitehead, S.A., Shearer, A.C., Watts, D.C. and Wilson, N.H., 1999, "Comparison of two stylus methods for measuring surface texture", *Dental Materials*, 1999, Vol. 15, pp 79-86.
- Willems, G., Lambrechts, P., Braem, M., Vuylsteke-Wauters, M. and Vanherle, G. 1991, "The surface roughness of enamel-to-enamel contact areas compared with the intrinsic roughness of the dental resin composites", *Journal Dental Research*, Vol. 70, pp 1299-1305.
- Xhonga, F.A., 1977, "Bruxism and its effect on the teeth", *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol. 4, pp 65-76.
- Xu, H.H., Smith, D.T., Jahanmir, S., Romberg, E., Kelly, J.R., Thompson, V.P., et al, 1998 "Indentation damage and mechanical properties of human enamel and dentin", *Journal Dental Research*, Vol. 77, pp 472-480.
- Young, R.A., 1974, "Implications of anatomic substitutions and other structural details in apatites", *Journal Dental Research Suppl*, Vol. 53, pp 193-203.
- Zheng, J. and Zhou, Z.R., 2005, "Effect of age on the friction and wear behaviors of human teeth", *Tribology International*, Article in Press, pp 980-984.

EVALUATION OF ERUPTED HUMAN ENAMEL SURFACE TOPOGRAPHY IN FUNCTION OF AGE

Fabiana Gouveia Straioto

Federal University of Uberlandia, School of Dentistry – Av. Pará, 1720. Bloco 2B, Campus Umuarama.

fabianagouveia@yahoo.com.br

Alfredo Júlio Fernandes Neto

Federal University of Uberlandia, School of Dentistry – Av. Pará, 1720. Bloco 2B, Campus Umuarama.

alfredon@ufu.br

Carlos José Soares

Federal University of Uberlandia, School of Dentistry – Av. Pará, 1720. Bloco 2B, Campus Umuarama.

carlosjsoares@umuarama.ufu.br

José Daniel Biasoli de Mello

Federal University of Uberlandia, School of Mechanical Engineering – Av. João Naves d'Avila. Bloco 1R, Campus Santa Mônica.

ltm-demello@ufu.br

Abstract: *The surface topography study of dental enamel for microstructural knowledge offers data on this substrate behavior in the oral cavity. The aim of this study was to analyze the surface topography of human enamel in the buccal (Bu) and lingual (L) faces of erupted teeth of individuals from different ages. 30 human teeth (Bu and L portions of enamel) divided in 4 groups were collected: A = from 20 to 40 years/Bu, B = from 20 to 40 years/L, C = from 41 to 60 years/Bu and D = from 41 to 60 years/L. The samples were metallized and analyzed in laser interferometer (Microfocus Expert IV) for measurements in an area of 4 mm² and qualitatively analyzed by means of SEM. The topography parameters considered for surface evaluation were: Sa (arithmetic mean deviation of the surface height), Sq (root mean square deviation of the area) and Ssk (skewness). The values were submitted to statistical analysis using ANOVA –Tukey test ($P < .05$). The results in micrometers were: Sa: A– 1,37±0,57_A, B– 1,90±1,28_A, C–1,26±0,72_A, D–1,43±0,78_A; Sq: A– 2,03±1,00_A, B– 3,01±1,83_A, C–1,84±1,09_A, D–2,09±1,04_A (equal letters represent similar significant statistics groups). The Ssk frequency were: A- 93%, B- 87%, C and D- 60% of negative values indicating predominance of valleys. The $Sk < 3$ values were: A e B-60%, C- 67%, e D- 47%, indicating that groups A, B and C presented fewer high peaks and low valleys. The results showed that, in the limits of this study, the process of aging and the localization of the dental organ do not influence the surface roughness of the dental enamel, even so resulting in the alteration of the topographical symmetry.*

Keywords: *human teeth, surface topography and no-contact and surface roughness.*