

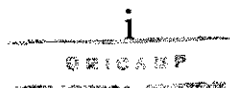
Carlos Alberto de Oliveira

A Análise Comparativa da Junção Dentina-Esmalte em Mamíferos

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas,
para obtenção do título de “MESTRE
em Biologia e Patologia Buco-Dental.”

Piracicaba

2001



UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Carlos Alberto de Oliveira

A Análise Comparativa da Junção Dentina-Esmalte em Mamíferos

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia
de Piracicaba, da Universidade Estadual de
Campinas, para obtenção do Título de “Mestre
em Biologia e Patologia Buco-Dental.”

Orientador: Prof. Dr. Sergio Roberto Peres Line

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Sergio Roberto Peres Line

Prof. Dr. Pedro Duarte Novaes

Prof.^a Dr.^a Mara Sandra Giacomini Pivesso

Este exemplar foi devidamente corrigido,
de acordo com a Resolução CCPG-036/83
CPG, 1/18/02

Assinatura do Orientador

Piracicaba

2001

Ficha Catalográfica

OL4a	Oliveira, Carlos Alberto de. A análise comparativa da junção dentina-esmalte em mamíferos./ Carlos Alberto de Oliveira. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2001. xiii, 30f. : il. Orientador : Prof. Dr. Sérgio Roberto Peres Line. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba. 1. Microscopia. 2. Histologia dentária. I. Line, Sérgio Roberto Peres. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.
------	--

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 22 de Fevereiro de 2001, considerou o candidato CARLOS ALBERTO DE OLIVEIRA aprovado.

1. Prof. Dr. SERGIO ROBERTO PERES LINE

A handwritten signature in black ink, appearing to be "S. Peres", written over a horizontal line.

2. Profa. Dra. MARA SANDRA GIACOMINI PIVESSO

A handwritten signature in black ink, appearing to be "M. Pivesso", written over a horizontal line.

3. Prof. Dr. PEDRO DUARTE NOVAES

A handwritten signature in black ink, appearing to be "P. Novaes", written over a horizontal line.

DEDICATÓRIA

À Deus.

O encanto das rosas – cantou o poeta – está em que, sendo tão lindas, não sabem que o são.

Sem dúvida alguma, possuímos qualidades em diversas ordens; negá-las seria ingratidão para com o Criador, de quem as recebemos.

Mas, se somos arrogantes, se propagamos orgulhosamente nossas qualidades, se atribuímos a nós mesmos a propriedade e não o uso dessas qualidades, além de ser injustos, por atribuímo-nos o que não é nosso, demonstraremos pouca inteligência, porquanto não teríamos chegado a compreender que isso que temos não é nosso.

As rosas não sabem que são formosas, lindas; porque o desconhecem, por isso não têm mérito. Nós devemos conhecer e reconhecer o que Deus depositou em nós. Tudo isso, porém, não para nos vangloriar, mas para assumir a responsabilidade de fazer frutificar essas qualidades para o nosso bem, para o dos nossos familiares e de toda a comunidade. Isso é talento.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Sergio Roberto Line, Prof. Titular do Departamento de Morfologia, Área de Histologia, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba / UNICAMP, pela calma, serenidade e orientação segura e precisa desta Tese de Mestrado; pela amizade e habilidade no trato com seus semelhantes, permitindo evoluções mútuas.

Meu reconhecimento, respeito e agradecimento, a quem aprendi a estimar e respeitar, por seu profundo conhecimento científico, pelos ensinamentos e estímulos recebidos, durante todo o tempo da realização deste trabalho.

HOMENAGEM ESPECIAL

Ao amigo e “irmão”, **Édson Donizetti Verri**, Prof. do Departamento de Morfologia da Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP) – Disciplina de Anatomia Humana, a quem devo o maior dos incentivos e o total apoio à minha carreira; pela sua sabedoria, paciência, amizade, espírito de cooperação e conhecimento, marcas registradas de seu caráter profissional e pessoal.

Pela sua incansável disposição em ajudar, a minha eterna gratidão e respeito.

HOMENAGEM ESPECIAL

Ao amigo e “irmão mais velho”, **Carlos Roberto Hoppe Fortinguerra**, Prof. Dr. do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Disciplina de Anatomia, a quem devo a valiosa ajuda, paciência, dedicação, conhecimento e amizade.

Pela sua incansável disposição em ajudar, minha eterna gratidão e respeito. Saudades!

HOMENAGEM ESPECIAL

A minha esposa, **Denise Ribeiro de Oliveira**, que ao longo dos anos, apesar das muitas ocupações, esteve ao meu lado em todos os momentos, me incentivando com seu carinho e felicidade contagiante. Muito obrigado.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba FOP – UNICAMP por dispor tão gentilmente de “tudo” em favor de nossa aprendizagem.

Ao **PROF. DR. HERMANO TAVARES**, Magnífico Reitor da Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

Ao **PROF. DR. ANTONIO WILSON SALLUN**, diretor da Faculdade de Odontologia de Piracicaba FOP – UNICAMP, pelo incentivo que tem dado a pesquisa.

À **PROF.^a DR.^a ALTAIR ANTONINHA DEL CURY**, Coordenadora Geral da Pós-Graduação da FOP – UNICAMP, por sua competência.

À **PROF.^a DR.^a HELOISA AMELIA DE LIMA CASTRO**, Chefe do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP) – UNICAMP, pela disposição em ouvir, e por nos conceder livre acesso aos laboratórios durante as nossas pesquisas.

À **PROF.^a DR.^a DARCY DE OLIVEIRA TOSELLO**,
Coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Bucal da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – FOP / UNICAMP, pela força com que conduz nosso curso e pela disponibilidade em nos atender.

À Universidade de Ribeirão, na pessoa da sua Magnífica Reitora, **PROF.^a ELMARA LÚCIA BONINI CORAUCCI**, pela oportunidade que nos foi concedida para a realização do Curso de Mestrado.

Às técnicas do Laboratório de Histologia, **CIDINHA E IVANI**, por sempre me ensinarem e ajudarem com carinho e disposição, contribuindo no desenvolver da minha pesquisa.

Ao técnico, **RUBENS WIERMANN NETO** do Laboratório de Histologia da Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, pela preciosa ajuda prestada a minha pesquisa e principalmente pela sua amizade. Muito obrigado

À técnica, **ROSEMARY ALEXANDRE** do Laboratório de Patologia da Universidade de Ribeirão Preto – UNAERP, pela paciência com que me ajudou e pela sua amizade. Muito obrigado.

À secretária da Pós-Graduação, **ÉRICA**, pela simpatia e gentileza com que sempre me atendeu.

À minha cunhada eterna, **ENI APARECIDA LORENCETE DE OLIVEIRA**, Chefe do Departamento Pessoal da Universidade de Ribeirão Preto / UNAERP, pelo grande apoio e incentivo dado durante todos esses anos.

Aos meus queridos amigos e amigas Pós-Graduandas do Laboratório de Biologia Molecular da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, **ESTELA, SIMONE, PAULA E SILVANA**, pela amizade e grande incentivo, sempre presente, enriquecendo minha pesquisa com seus conhecimentos e experiência profissional.

Ao **PROF. DR. CINCINATO RODRIGUES SILVA NETTO**, ex-Chefe do Departamento de Morfologia da UNAERP, pelo grande incentivo.

À toda minha família, uma lista enorme de pessoas importantes para minha vida e, sem as quais seria difícil continuar, pelo amor, alegria, respeito e união de “Família”.

Aos meus pais **ANTONIO LUIZ DE OLIVEIRA E MARIA DA CONCEIÇÃO ANTUNES COCENAS DE OLIVEIRA**, pelos valores de honra, dignidade e amor. Saudades!

“Se não me obedecerdes, quebrarei o orgulho de vosso poder, tornarei o vosso céu como ferro e a vossa terra como bronze” (Lev 26,19). Nada nos distancia tanto de Deus como o orgulho, o crer-nos melhores do que somos, o não reconhecer os defeitos e misérias que temos. O orgulho é o lodo que veda nossos olhos e nos impede que vejamos as coisas de Deus.

SUMÁRIO

RESUMO	01
ABSTRACT	02
INTRODUÇÃO	03
ARTIGO	12
CONCLUSÕES	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ANEXO	

RESUMO

O estudo da morfologia e da micro-estrutura dos dentes tem provido boas informações a respeito da função e evolução dos mamíferos. Entre as características estruturais estudadas a junção dentina-esmalte tem recebido relativamente pouca atenção. Neste trabalho nós realizamos uma análise comparativa da micro-estruturas da junção dentina-esmalte entre diversos mamíferos. Entre as espécies estudadas somente duas (HUMANO e *Miguelsoria parayirunhor*) apresentaram um complexo tipo de junção dentina-esmalte. Nossos resultados mostraram a topografia da junção dentina-esmalte na análise das características aparente relacionadas à DIETA, função ou aspecto estrutural.

ABSTRACT

Abstract: The study of the gross morphology and microstructures of teeth has provides a great deal of information regarding the function and evolution of mammals.

Among the structural features studied the dentinoenamel junction has received relatively little attention. In the present work we have performed a comparative analysis of the microstructure of dentinoenamel junction among diverse mammalian species. Among the species studied only two (human and *Miguelsoria parayirunhor*) presented a complex type of dentinoenamel junction. Our results show that the topography of DEJ in the analyzed taxa apparently does relates dietary, functional or structural features.

INTRODUÇÃO

Há cerca de 300 ou 400 milhões de anos, os animais cordados evoluíram no mar e, eventualmente, originaram o grupo conhecido como vertebrados. O grupamento básico dos cordados era caracterizado pôr possuir um notocórdio, um cordão nervoso dorsal oco e uma faringe com fendas branquiais, que constituíam um sistema filtrante-alimentar para aprisionar o plâncton. De uma forma geral, a aquisição do plâncton não é a forma mais rápida ou fácil de captar alimento e, portanto, não é surpreendente que surgissem várias formas de evolução nos vertebrados subseqüentes, na tentativa de transformar o hábito alimentar de microfágico para macrofágico. Tais formas incluíram, pôr exemplo, o desenvolvimento de um orifício oral aspirativo e língua, providos de dentes primitivos e placas córneas para dilacerar outros animais. Todavia, a forma realmente bem sucedida foi a modificação do esqueleto sustentador dos dois arcos branquiais anteriores para formar um par de maxilares opostos. Esta mudança gerou os peixes verdadeiros, que podem justamente ser apontados como um dos grupos mais bem sucedidos de vertebrados.

Nos peixes cartilaginosos e ósseo, ambos os maxilares são móveis, sendo suspensos, posteriormente, pelo aparelho hieóide. A ação dos maxilares consiste em aproxima-las, sendo os dentes especializados em cortar como nos tubarões, ou em esmagar (dentes achatados) como nas arraias (Gregory, W. K., 1920).

Nos peixes do grupo Crossopterygii, que realizaram a transição evolutiva da água para a terra, o maxilar superior, assim como em todos os grupos subseqüentes de vertebrados terrestres, era firmemente preso ao crânio, com a mandíbula em forma de alavanca, articulada posteriormente. Este arranjo liberou o esqueleto hióide para assumir novas funções, tais como atuar como o primeiro ossículo do ouvido, o estribo, e fornecer apoio para estruturas da garganta e faringe. Obviamente, na terra desaparece o suporte fornecido pela água tanto para a presa como para o predador, e este fato pode estar relacionado com a fixação mais firme do maxilar superior e também com o desenvolvimento de um pescoço flexível. Mesmo assim, a gama de movimentos mandibulares permanece acentuadamente restrita nos anfíbios, que sucederam os peixes, e nos répteis que sucederam os anfíbios (Casey. J.; Lawson. R., 1981).

A observação detalhada das ações maxilares de anfíbios e répteis mostra que elas são todas movimentos relativamente simples para cima e para baixo, com deslocamento lateral restrito. Os maxilares são essencialmente dispositivos para segurar e imobilizar, e os dentes simples e pontiagudos são capazes de perfurar a pele, ou cutícula da presa viva, facilitando dessa forma a penetração do suco gástrico. Pode haver a dilaceração do alimento, mas nunca a mastigação, e a presa viva é geralmente mantida com a cabeça apontada para dentro da boca do predador e deglutida pôr inteiro, contando com a ajuda de uma língua enrijecida pôr um hióide em forma de bastão e pôr uma abertura ampla da boca e uma enorme faringe. Assim a boca e maxilares captam alimento, que começa a ser digerido no estômago.

A grande vantagem da mastigação nos mamíferos consiste na ruptura do alimento, no início do tubo digestivo, isto é, na boca. A conseqüência é uma grande vantagem na eficiência da digestão, necessária para o metabolismo rápido. Os dentes, evoluíram de estruturas apreensoras e perfurantes para formar um aparelho capaz de cortar e esmagar. As importantes modificações do crânio e da mandíbula incluíram a redução da mandíbula a um único osso, a mandíbula, concomitante à reestruturação da orelha média, cuja cadeia ossicular surgiu a partir de ossos maxilares. Da

mesma forma, ocorreu profunda modificação da musculatura crânio-mandibular, simultânea ao aparecimento de estruturas novas como os lábios e bochechas que, em conjunto com a língua, agora mobilizada totalmente pôr músculos intrínsecos, colaboram no posicionamento do alimento entre os dentes e na deglutição. O desenvolvimento de um palato mole e de um mecanismo sofisticado, que protege a entrada da faringe, permite a manutenção da respiração durante a mastigação prolongada (Davis D. D.; 1961).

Observa-se então que a revolução craniana que acompanhou a evolução dos mamíferos a partir dos répteis, deixou sua marca em quase todas as estruturas da cabeça e resultou no preenchimento das necessidades mecânicas da mastigação dos alimentos. (Berry D. C. and Poole D. F. G., 1974; Barnard R. J. Edgerton V. R. and Peter J. B., 1970).

Os primeiros mamíferos eram animais pequenos, heterodontos, com cúspides muito aguçada para perfurar, como ainda podem ser observados nos atuais porcos-espinhos e mussaranhos, remanescentes dos mamíferos insectívoros. A rápida diversificação deste grupo ocorreu com a correspondente diferenciação de dentes e articulação temporomandibular. Houve uma redução no número de dentes e uma adaptação da forma da coroa

ou em caninos para cortar, ou em coroas alargadas para esmagar. Obviamente, a forma básica da coroa é determinada geneticamente, porém a forma funcional depende do uso. Assim, os caninais dos gatos são dentes basicamente alongados e molariformes, mas a produção do bordo cortante funcional é obtida pelos trabalhos dos inferiores contra os superiores, sendo evitada a mastigação cruzada através dos caninos “presas”. Os côndilos transversos impedem o deslocamento anterior dos maxilares. Por outro lado, as superfícies aplanadas e desgaste dos molares dos ungulados são produzidas pelo deslizamento dos dentes inferiores contra os superiores, movimento efetuado através de uma articulação temporomandibular universal (Ainamo J., 1971; Berry D. C. and Poole D. F. G., 1974).

A extinção dos grandes répteis no fim do período Cretáceo, aumentando assim a disponibilidade de novas fontes de alimentação e o estabelecimento da oclusão dental nos mamíferos, a qual ocorreu por um arranjo precioso da articulação temporomandibular, dos tecidos periodontais e da própria anatomia dental, favoreceram a diversificação dos mamíferos. O desenvolvimento da mastigação foi fundamental no aumento da demanda de energia necessária para manter altos níveis de atividades metabólicas, sendo

esta uma das principais características que diferenciam os mamíferos dos outros vertebrados inferiores.

O dente é o fator mais significativo que controla a oclusão dental, onde o ajuste entre os maxilares superiores e inferiores durante a mastigação é principalmente regulado pôr contatos oclusais entre cúspides e fossas dos dentes antagonistas, passou pôr alterações na forma durante a evolução dos mamíferos evidenciando uma mudança de molares capazes de furar e rasgar para molares capazes de moer e triturar, evidenciando assim a mudança do hábito alimentar, antes baseada em alimentos moles, para alimentos mais rígidos, carnívoros ou herbívoros, aumentando assim o desgaste dos dentes, além do que a permanência funcional pôr períodos mais longos dos dentes nos mamíferos aumentaria ainda mais esse desgaste, pois a dentição polifiodonte dos répteis foi substituída pôr uma dentição mono ou difiodonte nos mamíferos (Ainamo J., 1971; Berry D. C. and Poole D. F. G., 1974).

Diante de tal circunstância adversa evolutiva, o dente teria que alterar não só a sua forma, como também a sua constituição, desenvolvendo assim estruturas que suportariam as forças oclusais da mastigação.

No esmalte dental, estrutura esta que forma uma capa protetora de espessura variável sobre a superfície total da coroa, o desenvolvimento de prismas (prismas do esmalte) é considerado uma aquisição de grande importância para a diversificação dos mamíferos, permitindo um aumento da espessura do esmalte dental, assim como, melhorou as qualidades físicas dessa estrutura. O aumento ordenado dos prismas contribuiu para dissipar as forças da mastigação, reduzindo o risco de fraturas no esmalte dental. O desenvolvimento das faixas de Hunter-Shreger (HSB) melhorou as propriedades físicas do esmalte – HSB pode reforçar ou fortalecer o esmalte em relação as forças de Tensão, evitando a propagação de rachaduras verticais (Koenigswald et al. 1987).

Devido ao alto conteúdo mineral (96%) na forma de cristais de Hidroxiapatita, o esmalte é extremamente duro, uma propriedade que capacita a suportar as forças mecânicas aplicadas durante a mastigação. Essa dureza, também forma o esmalte friável; para manter a sua integridade é necessário uma camada subjacente de dentina, mais resiliente. Assim sendo, a dentina é a camada de suporte de esmalte, sendo que a sua destruição levaria o esmalte a fratura muito facilmente.

A dentina constitui o corpo dental e reproduz a forma de cada tipo de dente. Possui espessura variável conforme cada dente, sendo mais espessa nas regiões de cúspides e bordas incisais e muito delgada na região do ápice. A dentina é recoberta pelo esmalte na região da coroa e pelo cimento na região da raiz. Delimita, em seu interior, a polpa dental, com a qual mantém íntimas relações funcionais.

A dentina é mais mole que o esmalte devido ser menos mineralizada, apresenta 15% da dureza do esmalte. Possui elasticidade, propriedade dada pelas fibras colágenas e à sua disposição, conferindo assim a esse tecido a capacidade de amortecer os choques que o esmalte sofre, durante as forças de tensão presentes no processo da mastigação. A dentina possui qualidades elásticas importantes para as funções do dente, uma vez que lhe empresta flexibilidade, prevenindo a fratura do esmalte frágil que a recobre (Ten Cate, A. R., 1998).

A junção dentina-esmalte (DEJ) representa a divisa entre dois tecidos duros, os quais tem diferentes origens embriológicas (Sala et al. 1975). A junção entre esmalte e dentina é estabelecida quando esses dois tecidos mineralizados se formam, sendo em corte observada como um perfil irregular (Cate, A. R. T., 1998).

Esta irregularidade da superfície entre a dentina e esmalte é bem observada na superfície de cortes onde aparecem na forma de cristas. A análise no microscópio de varredura revela que o modelo da crista é formado por um complexo tridimensional de prismas triangulares. Nenhum acordo geral existe sobre o tamanho das cristas (Nylen & Scott, 1958; Masukawa, 1959; Nakamura, 1959) e também tem muita discussão com relação a conexão dos cristais de esmalte e dentina na junção (Helmcke, 1953; Heuser, 1961; Nalbandian & Frank, 1962; Takuma, 1967; Watson & Avery, 1954).

A presença de cristas na junção acredita-se aumentar a aderência entre a dentina e esmalte, ajudando a prevenir a quebra e o desgaste do esmalte durante a mastigação. O desenvolvimento dessas cristas nas áreas incisal e na superfície oclusal, que são submetidas a fortes impactos na hora da mordida, dão suporte a esta hipótese.

A proposta deste trabalho é comparar a forma da junção dentina-esmalte entre as diversas espécies de mamíferos e mostrar como esta estrutura está relacionada a dieta, bem como aos hábitos mastigatórios.

ARTIGO

A comparative analysis of the dentinoenamel junction in mammals

Carlos A. Oliveira¹, Lilian P. Bergqvist², Sergio R. P. Line^{1*}

¹Department of Morphology, Faculdade de Odontologia de Piracicaba,
State University of Campinas.

²Department of Geology, Federal University of Rio de Janeiro

*Corresponding author

Prof. Dr. Sergio R. P. Line

Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP

Av. Limeira, 901

13414-018 Piracicaba – SP

Brazil

Phone : 55-19-430-5333

FAX : 55-19-430-5218

Email : serglin@fop.unicamp.br

ABSTRACT

The study of the gross morphology and microstructures of teeth has provides a great deal of information regarding the function and evolution of mammals.

Among the structural features studied the dentinoenamel junction has received relatively little attention. In the present work we have performed a comparative analysis of the microstructure of dentinoenamel junction among diverse mammalian species. Among the species studied only two (human and *Miguelsoria parayirunhor*) presented a complex type of dentinoenamel junction. Our results show that the topography of DEJ in the analyzed taxa apparently not does relates dietary, functional or structural features.

INTRODUÇÃO

The study of the gross morphology and microstructure of teeth has provided a great deal of information regarding the function and evolution of mammals. During the evolution of mammals the changes in tooth form evidence a shift from molars capable of puncturing and shearing to those capable of crushing and grinding. The development of new cusps was a key step that allowed mammals to diversify their diets (Hunter and Jervall 1995). The increase in the complexity of tooth form was also accompanied by changes in enamel structure. The development of Hunter-Shreger bands (HSB) improved the physical properties of enamel. HSB can strengthen enamel in respect to tensional forces, avoiding the propagation of vertical cracks (Koenigswald et al 1987). These features were key steps that permitted the use of new type of diets, allowing the diversification of mammalian species. According, there was a strict correlation between masticatory function and the changes in tooth form and structure during mammalian evolution.

Enamel is supported by dentin. These tissues are firmly adhered together at the dentinoenamel junction is well observed in ground sections,

where it appears as scalloped edges. Scanning microscope analysis that the scalloped pattern is formed by a tridimensional complex of ridges. The analysis of DEJ microstructure has been usually limited to human teeth, whereas DEJ of other mammalian species has rarely been studied (Whittaker et al 1978). The presence of ridges is believed to increase the adherence between dentin and enamel, helping to prevent shearing of the enamel during mastication. The development of more conspicuous ridges in the incisal and occlusal areas, which are submitted to strong bite impact, gives further support to this hypothesis.

The purpose of the present work is to compare the form of the dentinoenamel junction among diverse mammalian species, and to show how this structure relates to dietary and structural features, such as masticatory habits, and enamel microstructure.

MATERIAL AND METHODS

The dentinoenamel junction was studied in posterior teeth diverse mammalian taxa. We have also included human deciduous teeth and teeth of individual with hypocalcified amelogenesis imperfecta.

MICROSCOPIC ANALYSIS

Teeth were embedded in polymethylmetacrylate resin and sectioned longitudinally with a low speed saw (model 650, South bay Tecnology Inc., USA) fitted with a diamond-edged blade. The sections were sanded to 50-100 um using descending grits of silicon carbide paper and then polished with a wetstone. After extensive washing in tap water the sections were dehydrated, mounted in Canada balsam, examined and photographed in a Leica DMLP light microscope.

RESULTS

By comparing the topography of DEJ among the taxa analyzed we have divided the DEJ into three categories.

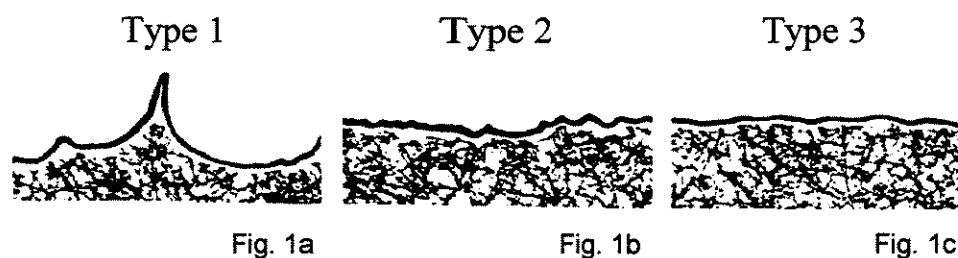
Type 1: Scalloped DEJ. This type of DEJ consisted of raised ridges with varying sizes shapes and distribution (Fig. 1a). The analysis of ground section revealed that scalloped enamel was present in human deciduous and permanent teeth, and in the tooth with amelogenesis imperfecta. The tooth of *Miguelsoria* also exhibited a scalloped DEJ, this pattern was specially evident

in the cuspal areas, scalloping decreased progressively towards cervical region of tooth crown (Fig. 1a)

Type 2: Ruffled DEJ. This type of DEJ was composed by small scallops which appeared as small undulations (Fig. 1b).

Type 3: Smooth DEJ. This type of DEJ was apparently devoid of scallops, but contained tiny spikes and depressions. A closer observation of these areas revealed that the depressions corresponded to the imprint of a single prismatic structure on dentin surface (Fig. 1c).

Out line showing the types of dentinoenamel junction in mammals.



DISCUSSION

The results presented in this work have shown that the topography of DEJ does not relate to feeding habits since scalloped DEJ was not present in

most taxa analyzed. It is worth to mention that our sample was comprised of carnivores, herbivores and omnivores animals.

The results clearly demonstrate that the topography of DEJ also does not relate to the masticatory forces imparted on the teeth. Chewing pressure varies directly with the cross sectional area of masticatory muscles and inversely with the area of chewing surface (Koenigswald et al 1987). The molar teeth of lions and dogs are frequently submitted to extreme tensile forces, since they are used to crush bone of prey animals (Van Valkenburgh 1996). Likewise, the hypsodont molars of larger herbivores, such as the cow, are submitted to a concentrated stress near the DEJ (Koenigswald and Pfretzchner 1991). However, our results show that the DEJ of these animals is fairly smooth. Therefore, the development of the ridges in the teeth of humans and *Miguelsoria parayirunhor* can not be understood as a functional adaptation related to masticatory stress.

Although there is some disagreement concerning the formation of DEJ, it is believed that the scalloped aspect observed in the DEJ of human teeth occurs due to mechanical distortions during the maturation of dentin and enamel (Marsland 1952). This hypothesis is supported by absence of scallops at

the future DEJ before the secretion of the enamel matrix (Whittaker 1978). The formation of scallops may be facilitated by the orientation of collagen fibrils in mantled dentin, which are aligned at right angles to the basal lamina of internal dental epithelium. This orientation would not effectively counteract the tensional forces on DEJ that are thought to provoke the distortion of mantle dentin. Our results also indicate that the putative tensional forces that cause the mechanical distortion of DEJ are not related to the wavy course of ameloblasts during amelogenesis, since intense prism decussation with formation of Hunter-Schreger bands was observed in the enamel of most animals analyzed. It is also interesting to note that disturbance in enamel mineralization which occurred in amelogenesis imperfecta did not affect the structure of DEJ in the human teeth.

The parallel evolution of scalloped DEJ in humans and *Miguelsoria parayirunhor* is an interesting phenomenon. The development of DEJ in the tooth of *Miguelsoria parayirunhor* has apparently occurred in the absence of any selective pressure. Parallel evolution seem to be usual feature in the evolution of teeth. The development of prisms in enamel occurred independently in several mammalian lineages as well as in the agamid lizard

Uromastix (Cooper and Poole 1973, Koenigswald 1997). The analysis of the evolution of enamel microstructure shows that the occurrence of some specific apomorph character, such as the pattern of HSB (schmelzmuster), may be frequently restricted to systematically related groups. In this regard the analysis of DEJ in pongids and extinct hominids would provide important information on the evolutionary relationships among these species. Likewise, studies on the microstructure of DEJ and prismatic enamel on other litopterna would help to establish possible systematic relationships in this extinct order.

REFERENCES

Cooper JS, Poole DFG. 1973. The dentition and dental tissues of the agamid lizard, *Uromastix*. J. Zoology, London 169: 85-100.

Koenigswald, W. v., Rensberger, J.M., Pfretzschner, H.U. 1987. Changes in the tooth enamel of early Paleocene mammals allowing increased diet diversity. **Nature** 328: 150-152.

Koenigswald, W. v., Pfretzschner, H.U. 1991. Biomechanics in the enamel of mammalian teeth. In *Constructional morphology and Evolution* (eds. N. Schmidt-Kittler and K. Vogel) Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p 113-125.

Marsland EA. 1952. A histological investigation of amelogenesis in rats II. Maturation. **British Dental J.** 92: 109-119.

Koenigswald, W. v. 1997. Evolutionary trends in the differentiation on mammalian enamel structure. In *tooth enamel microstructure* (eds. Koenigswald, W. v. and Sander PM) p. 203-235.

Van Valkenburg B. 1996. Feeding behavior in free-ranging, large African carnivores. **J. Mammalogy** 77: 240-254.

Whitakker DK. 1978. The enamel-dentine junction of human and *Macaca irus* teeth: a light and electron microscopic study. **J. Anat.** 125: 323-335.

CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia empregada neste estudo, sobre a análise comparativa da junção dentina-esmalte em mamíferos, podemos tirar as seguintes conclusões:

1. A topografia da junção dentina-esmalte não se relaciona aos hábitos alimentares.
2. A topografia da junção dentina-esmalte não se relaciona com a força mastigatória aplicada aos dentes, como uma adaptação funcional relacionada com o stress mastigatório.
3. As forças tencionais supostas que causam a distorção mecânica da junção dentina-esmalte não estão relacionadas com o curso ondulado dos ameloblastos, durante a amelogenese.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ainamo J. (1971) Prenatal occlusal wear in guinea-pig molares. **Scano. J. Dent. Res.** 79, 69 – 71.

Barnard R. J. Edgerton V. R. and Peter J. B. (1970) effect of exercise on skeletal muscle. I Biochemical and histochemical properties. **J. Appl. Physiol.** 28, 762 – 766.

Berry D. C. and Poole D. F. G. (1974) Mastigatory Function and oral Rehabilitation. **J. Oral Rehab.** 1, 191 – 205

Casey, J.; Lawson. R. A histological and scanning electron microscope study of the teeth of caecilian amphibians. **Arch Oral Biol.**, 1981; 26; 49 – 58.

Davis D. D. (1961). Origin of the mammalian feeding mechanism. **American Zoologist** 1, 229 – 241.

Gregory, W. K. The origin and evolution of human dentition. **I. J. Dent Res.** V. 2, p. 89 – 183, 1920.

Helmcke, J. G. (1967). In Structural and Chemical Organization of Teeth (ed. A. E. W. Miles), Vol II, p. 160. New York; Academic Press.

Heuser, H. (1961). Die Struktur des menschlichen Zahnschmelzes in oberflächenhistologischen Bild. (Replica – Technik). **Archives of Oral Biology** 4, 50 – 58.

Koenigswald, W. V., Rensberger, J. M., Pfretzschner, H. U. (1987). Changes in the tooth enamel of early Paleocene mammals allowing increased diet diversity. **Nature** 328; 150 – 152.

Masukawa, K. (1959). Electron microscopic study on the ultra-structure of predentine. **Bulletin of Department of Anatomy, Osaka Dental College**, No. 20, 1 – 7.

Nakamura, M. (1959). Electron microscope researches on the ultra-structure of tooth germs. **Journal of Electron Microscopy** 8, 136 – 140.

Nalbandian, J. & Frank, R. (1962). Microscopie electronique des gaines des structures prismatiques et inter prismatiques de l'Email Foetal humain. **Bulletin du Groupement Internationale pour la recherche scientifique en stomatologie** 5, 523 – 547.

Nylen, M. V. & Scott, D. B. (1958). An electron microscopic study of the early stages of dentinogenesis. **Public Health Services Publication Washington** 1, 613.

Takuma, S. (1967). In Structural and Chemical Organization of Teeth (ed. A. E. W. Miles). Vol. 1, p. 342, New York; Academic Press.

Ten Cate, A. R. (1998). Oral Histology: Development, Structure and Function. 5th ed.

Watson, M. L. & Avery, J. K. (1954). The development of the hamster lower incisor as observed by electron microscopy. **American journal of Anatomy** 95, 109 – 162.

ANEXO 1

RELATIONSHIP AMONG TYPES OF DENTINOENAMEL JUNCTION WITH CORPORAL MASS, DIET AND STRUCTURE OF THE ENAMEL IN THE SEVERAL STUDIED SPECIES OF MAMMALS.

D.E.J. – Dentinoenamel junction

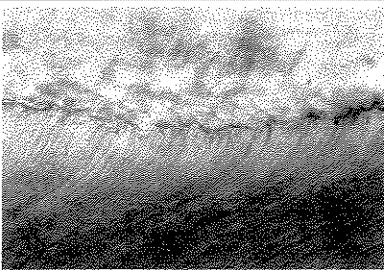
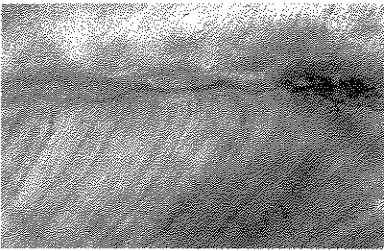
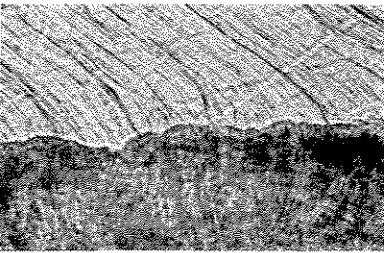
HSB – Hunter-Shreger bands

N.D. – Not Determined

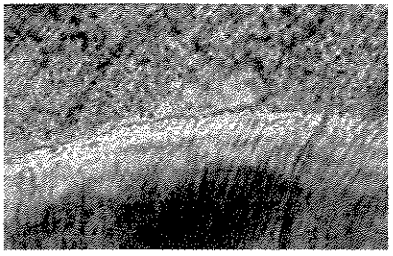
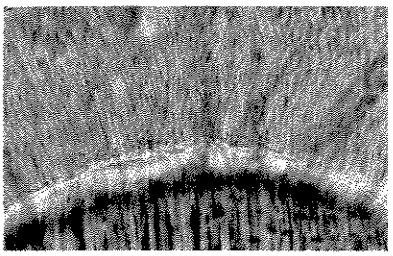
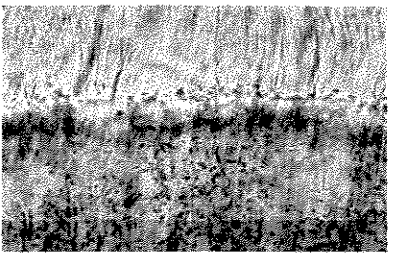
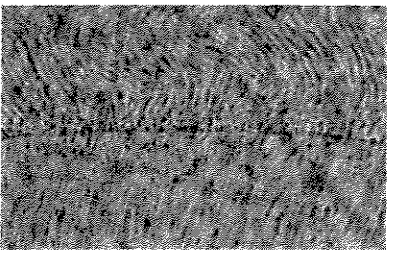
+ Present

– Not Present

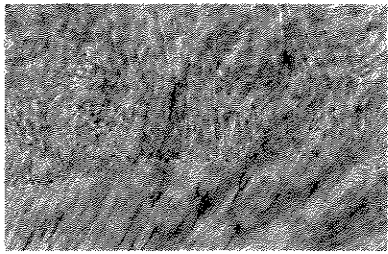
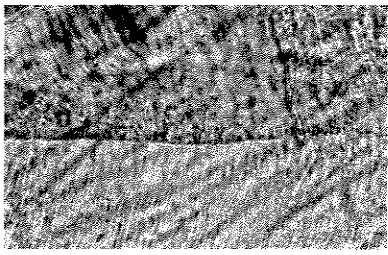
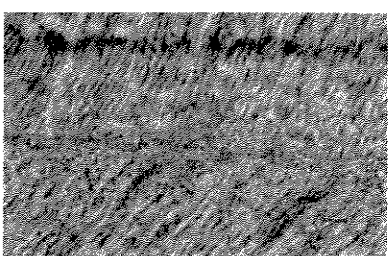
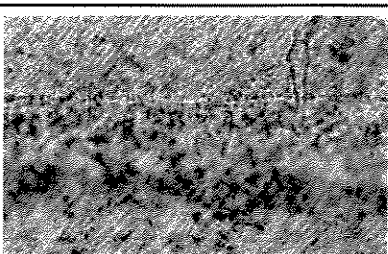
Barra = 20 μm

Taxa	Order	DEJ type	HSB	feeding	Mass (Kg)	
<i>Human Molar</i>	<i>Primate</i>	1	+	<i>omnivorous</i>	60	
<i>Human deciduous</i>	<i>Primate</i>	1	+	<i>omnivorous</i>	60	
<i>Human amel imperf</i>	<i>Primate</i>	1	N.D.	<i>omnivorous</i>	60	

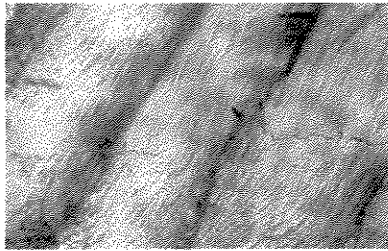
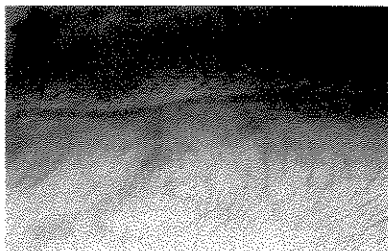
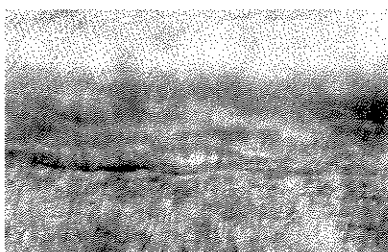
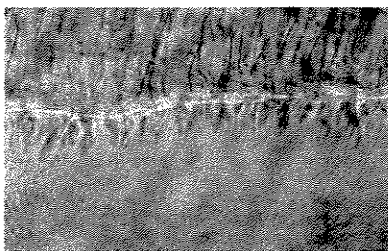
ANEXO 2

<i>Saimiri sciureus</i>	<i>Primate</i>	2	–	<i>omnivorous</i>	0,75 - 1,1	
<i>Callithrix penicillato*</i>	<i>Primate</i>	2	+	<i>omnivorous</i>	0,23 - 0,45	
<i>Callibecus</i>	<i>Primate</i>	3	–	<i>omnivorous</i>	0,51 - 0,7	
<i>Cebus apella</i>	<i>Primate</i>	2	+	<i>omnivorous</i>	1,1 - 3,3	
<i>Panthera leo</i>	<i>Carnivora</i>	3	+	<i>carnivorous</i>	150 - 250	

ANEXO 3

<i>Felix catus</i>	<i>Carnivora</i>	2	+	<i>carnivorous</i>	3,3 - 4,5	
<i>Cerdocyon thous</i>	<i>Carnivora</i>	3	+	<i>carnivorous</i>	6 - 7	
<i>Didelphis marsupialis</i>	<i>Marsupialia</i>	3	—	<i>omnivorous</i>	2 - 5,5	
<i>Tursiaps truncates</i>	<i>Cetacea</i>	2	—	<i>carnivorous</i>	150 - 200	
<i>Delfinidae</i>	<i>Cetacea</i>	2	—	<i>carnivorous</i>	N.D.	

ANEXO 4

<i>Miguelsoria parayirunhor</i>	<i>Litopterna</i>	1	+	<i>herbivorous</i>	N.D.	
<i>Tetragonostylops apthomasi</i>	<i>Astropotheria</i>	3	+	<i>herbivorous</i>	N.D.	
<i>Bos Taurus</i>	<i>Artiodactyla</i>	3	+	<i>herbivorous</i>	800 - 1000	
<i>Sus Scrofa</i>	<i>Artiodactyla</i>	3	+	<i>Omnivorous</i>	50 - 350	
<i>Ozotocerus bezoarticus</i>	<i>Artiodactyla</i>	2	+	<i>herbivorous</i>	25 - 40	