**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE BAURU**

CRISTIANE DE ALMEIDA BALDINI CARDOSO

**“Análise da maturação em profundidade do
esmalte de dentes com diferentes idades
eruptivas por meio da microdureza
longitudinal”**

**Bauru
2009**

CRISTIANE DE ALMEIDA BALDINI CARDOSO

**“Análise da maturação em profundidade do
esmalte de dentes com diferentes idades
eruptivas por meio da microdureza longitudinal”**

Dissertação apresentada à faculdade de
Odontologia de Bauru, da Universidade de
São Paulo, como parte dos requisitos para
obtenção do título de mestre em
Odontologia.

Área de concentração: Odontopediatria
Orientador: Prof. Dr. José Eduardo de
Oliveira Lima

**Bauru
2009**

Cardoso, Cristiane de Almeida Baldini
C179a Análise da maturação em profundidade do esmalte de
dentes com diferentes idades eruptivas por meio da
microdureza longitudinal / Cristiane de Almeida Baldini
Cardoso. -- Bauru, 2009.
110 p. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Odontologia
de Bauru. Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. José Eduardo de Oliveira Lima.

Autorizo, exclusivamente pra fins acadêmicos e científicos, a
reprodução total ou parcial desta tese, por processo fotocopiadores
e/ou meios eletrônicos.

Assinatura do autor:

Data: 31 de março de 2009.

Comitê de Ética da FOB-USP

Protocolo n.º: 119/2007

Data: 05/11/2007

DADOS CURRICULARES

<i>Nascimento</i>	<i>02 de agosto de 1983</i>
<i>Naturalidade</i>	<i>Botucatu-SP</i>
<i>Filiação</i>	<i>Márcio José Baldini Cardoso Rogéria Maria Alves de Almeida</i>
<i>2005-2005</i>	<i>Curso de Atualização em Cirurgia Bucal pelo Instituto de Odontologia Cirúrgica de Alfenas (IOA)</i>
<i>2005-2005</i>	<i>Curso de Atualização em Prótese Fixa pelo Instituto Mineiro de Pós-Graduação</i>
<i>2006-2006</i>	<i>Monitoria em Odontopediatria II e III</i>
<i>2006-2006</i>	<i>Curso de Atualização em Periodontia pela Escola Profissional da ABO/MG/REGIONAL DE ALFENAS</i>
<i>2005-2006</i>	<i>Iniciação Científica voluntária sob orientação do Prof. João Adolfo Costa Hanemann (Estomatologia)</i>
<i>2002-2006</i>	<i>Curso de graduação pela Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL-MG)</i>
<i>2006-2009</i>	<i>Curso de pós-graduação em Odontopediatria, nível mestrado, pela Faculdade de odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo</i>
<i>Associações</i>	<i>CRO-SP- Conselho Regional de odontologia do Estado de São Paulo</i> <i>SBPqO- Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica</i>

*Há os que se queixam do vento.
Há os que esperam que ele mude.
E os que procuram ajustar as velas.*

(William G. Ward)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Márcio e Rogéria, por serem meu exemplo de luta, determinação e honestidade a ser seguido. Por terem sido sempre meu alicerce, me incentivando na conquista do meu espaço e me apoiando, nos momentos tristes ou felizes, sempre com uma palavra ou gesto de amor. Amo vocês !!!

Dedico ainda este trabalho a Deus, por estar sempre me iluminando e dando forças na caminhada da vida, proporcionando a celebração de mais esta conquista.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradeço aos meus avós, Maria e Maximiano, por estarem sempre se preocupando, cuidando e torcendo por mim, desde pequena até os dias de hoje.

Agradeço em especial ao meu orientador, José Eduardo de Oliveira Lima, por ter me acolhido de braços abertos nesta instituição, por ter me guiado tanto na realização desta pesquisa quanto na clínica de odontopediatria, contribuindo para o meu desenvolvimento profissional. Obrigada pelos ensinamentos valiosos, que me fizeram ter uma visão diferenciada da odontologia, mudando minha forma de pensar e atuar na prática. Agradeço ainda, por ter se tornado, acima de orientador, um grande amigo.

Agradeço aos professores do departamento de Odontopediatria da FOB-USP, Prof. Dr. José Eduardo de Oliveira Lima, Profª Drª Salete Moura Bonifácio da Silva, Profª Drª Maria Aparecida Moreira Machado, Prof. Dr. Ruy César Camargo Abdo e Profª Drª Daniela Rios, pelos conhecimentos e experiências transmitidos, pelo auxílio e críticas construtivas aos erros

cometidos em clínica, seminários e redação de artigos. Obrigada, acima de tudo, pelo tratamento sempre acolhedor deste departamento.

Agradeço à Profª Drª Salete Moura Bonifácio da Silva, pelo auxílio e disposição para ensinar, proporcionando um rico aprendizado, principalmente na clínica do bebê, onde sua psicologia infantil e experiência superam os conceitos teóricos do manejo da criança.

Agradeço à Profª Drª Daniela Rios e Profª Drª Carolina Magalhães pela paciência e disposição para ensinar e auxiliar em várias etapas desta pesquisa, principalmente aquelas do laboratório de bioquímica da FOB-USP.

Agradeço à Profª Drª Marília Afonso Rabelo Buzalaf (Bioquímica FOB-USP), pela disponibilidade do laboratório e oportunidade para participação em disciplinas do departamento, além da ótima receptividade.

Agradeço ao Prof. Dr. Heitor Marques Honório, por depositar em mim sua confiança e me incentivar a realizar este mestrado na Odontopediatria da FOB-USP, área que sempre tive paixão em atuar.

Agradeço a minha amiga Dafna, por ter me acolhido logo no início do mestrado, compartilhando suas experiências e transmitindo conhecimentos necessários para a realização desta pesquisa, mesmo após sua volta ao Peru.

Agradeço aos meus colegas de mestrado Carla, Tatiana, Marco, Natalino, Júnia e Adriana, pela amizade, auxílio e companheirismo, desde o início do mestrado até o final, alguns mais, outros menos pela diminuição do contato, mas cada um com a sua importância para a conclusão desta importante etapa da minha vida.

Agradeço a minha amiga Carla, por ter se tornado ao longo do mestrado uma grande amiga e companheira de apartamento, me ajudando não somente em questões profissionais, mas também nas emocionais, mostrando-se sempre pronta a ajudar e a dar conselhos. Espero que esta amizade dure por muitos anos !!

Agradeço a minha amiga Tatiana, com a qual me identifiquei desde o início do mestrado, pela sua amizade simples e verdadeira, estando sempre disposta a ajudar, muitas vezes deixando suas tarefas de lado, sempre com uma disposição e boa vontade incomparáveis. Espero que você possa me dar o privilégio da sua amizade hoje e sempre !!

Agradeço às minhas amigas Michelle, Leslie, Tati, Valéria e Fabiana pela convivência e amizade conquistadas em Bauru, fazendo com que meus dias, principalmente os finais de semana, tanto nas saídas à noite quanto na companhia para ir à missa ou caminhar, fossem mais alegres e confortantes. A amizade de vocês é muito importante para mim !!

Agradeço à minha prima Lilian por ter se tornado uma grande amiga, desde a minha chegada em Bauru, quando me ajudou a procurar um lugar para ficar, até os dias de hoje, pelo seu caráter e sinceridade, pelas conversas intermináveis e conselhos valiosos. Te adoro priminha !!

Agradeço aos funcionários da disciplina de Odontopediatria, D. Lia, Lilian, Fátima, Estela e tia Maria pela diária disposição para ajudar, amizade e atenção.

Aos funcionários do laboratório de bioquímica, Ovidio e Thelma, pela amizade e disposição para ajudar.

Aos funcionários da pós-graduação Margareth, Ana Letícia e Giane, pelo carinho e atenção com que sempre trataram todos os pós-graduandos.

Ao Prof. Dr. José Roberto Pereira Lauris, pelos esclarecimentos sobre a análise estatística.

AGRADECIMENTOS INSTITUCIONAIS

À Faculdade de Odontologia de Bauru da Universidade de São Paulo, na pessoa de seu Diretor Prof. Dr. Luiz Fernando e da Coordenadora da Pós-Graduação Profª Drª Maria Aparecida Moreira Machado.

A todos que fizeram parte desta passagem pela FOB/USP, deixando marcas de um tempo de aprendizado e conquistas, que ficará marcado para sempre.

"O único homem que está isento de erros, é aquele que não arrisca acertar." (Albert Einstein)

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURAS

Figura 1	- Dentes com diferentes idades eruptivas	73
Figura 2	- Dente na máquina de corte	73
Figura 3	- Espécime de esmalte	73
Figura 4	- Politriz metalográfica	73
Figura 5	- Espécimes polidos	73
Figura 6	- Microdurômetro	74
Figura 7	- Penetrador Knoop	74
Figura 8	- Microdureza longitudinal	74
Figura 9	- Medida da diagonal	74

- GRÁFICOS

Gráfico 1	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 10 μ m	79
Gráfico 2	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 30 μ m	79
Gráfico 3	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 50 μ m	80
Gráfico 4	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 70 μ m	80
Gráfico 5	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 90 μ m	81
Gráfico 6	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 110 μ m	81
Gráfico 7	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 220 μ m	82
Gráfico 8	-	Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 330 μ m	82
Gráfico 9	-	Relação entre microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, nas diferentes profundidades do esmalte (μ m).....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Ca	cálcio
Mg	magnésio
P	fósforo
Na	sódio
F	flúor
CO ₃	carbonato
µm	micrômetros
mm	milímetro
cm	centímetro
<i>in situ</i> (latim)	em sítio, no local
<i>in vivo</i> (latim)	no ser humano
<i>in vitro</i> (latim)	em laboratório
dp	desvio padrão
pH	potencial de hidrogenização
KHz	kilohertz
ppm	partes por milhão
rpm	rotações por minuto
Kgf	kilograma força
KHN	valor de dureza Knoop
C	constante aplicada para o cálculo da dureza Knoop
c	carga
g	grama
d	comprimento da maior diagonal da impressão

FOB	Faculdade de Odontologia de Bauru
USP	Universidade de São Paulo
EDX	Energy-dispersive X-ray analysis
ANOVA	Análise de Variância

LISTA DE SÍMBOLOS

<	menor
>	maior
%	por cento
°C	grau centígrado
±	mais ou menos
p	nível de significância

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	43
2 REVISÃO DE LITERATURA	49
2.1 MATURAÇÃO PÓS-ERUPTIVA.....	49
3 PROPOSIÇÃO	65
4 MATERIAL E MÉTODOS	69
4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	69
4.2 OBTENÇÃO DOS DENTES.....	69
4.3 PREPARO DOS ESPÉCIMES DE ESMALTE	70
4.4 ANÁLISE DA MICRODUREZA LONGITUDINAL DO ESMALTE DOS ESPÉCIMES DAS DIFERENTES IDADES PÓS- ERUPTIVAS.....	71
4.5 FIGURAS DESDE A COLETA DOS DENTES ATÉ A ANÁLISE FINAL DA MICRODUREZA LONGITUDINAL.....	73
4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	74
5 RESULTADOS.....	77
5.1 MICRODUREZA LONGITUDINAL ENTRE AS IDADES PÓS- ERUPTIVAS, NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DO ESMALTE	77
6 DISCUSSÃO	87
7 CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS.....	99
APÊNDICES	105
ANEXOS	109

RESUMO

RESUMO

Estudos epidemiológicos e experimentos com animais têm demonstrado que a susceptibilidade à doença cárie é maior logo após o período pós-eruptivo dos dentes, decrescendo posteriormente. Na literatura, várias pesquisas ressaltam a importância do conhecimento das características do esmalte durante e após o processo de erupção, assim como dos mecanismos envolvidos na desmineralização dentária para o estabelecimento de medidas preventivas eficazes. Variações idade-dependentes na susceptibilidade à doença cárie são de grande importância clínica. Entretanto, a literatura é escassa em estudos que avaliem as alterações no esmalte em dentes inclusos e após a erupção na cavidade bucal. O objetivo deste estudo *in vitro* foi avaliar a maturação do esmalte em profundidade, de dentes hígidos com diferentes idades eruptivas (antes da erupção na cavidade bucal; 2 a 3 anos após a erupção; 4 a 10 anos após a erupção; e com mais de 10 anos após a erupção) por meio da microdureza longitudinal. Foram utilizados 12 espécimes de esmalte de dentes hígidos de humano para cada idade eruptiva. A comparação entre a microdureza longitudinal das diferentes idades e entre as diferentes profundidades foi realizada por meio da Análise de Variância a dois critérios (ANOVA), adotando-se um nível de significância de 5%. De acordo com a metodologia adotada na presente pesquisa, foi possível concluir que houve diferença entre a microdureza longitudinal dos espécimes com diferentes idades eruptivas em todas as profundidades estudadas, evidenciando-se um comportamento crescente da mineralização quanto maior a idade eruptiva. Pôde-se observar ainda uma tendência crescente dos valores da microdureza quanto maior a profundidade do esmalte, em todos os grupos de idade estudados.

Palavras-chave: Maturação do Esmalte. Odontologia Preventiva.

ABSTRACT

ABSTRACT

In-depth analysis of the enamel maturation in teeth with different eruptive ages by the longitudinal microhardness.

Epidemiologic studies and caries experiments with animals have suggested that caries susceptibility of teeth decreases with age. Many researches in literature, stands out the importance of the enamel characteristics knowledge during and after the eruption process, as well as of the involved mechanisms in dental demineralization in order to establish efficient methods of prevention. Age-dependent variations in the susceptibility to caries lesions are of great clinical importance. However, literature is scarce in studies that evaluate the alterations that occur in the unerupted teeth enamel and after its eruption in the oral cavity. The aim of this study was to evaluate, in vitro, the maturation in depth of sound teeth enamel with different eruptive ages (before the eruption in the mouth, 2 to 3 years after the eruption; 4 to 10 years after the eruption; and over 10 years after the eruption) through the longitudinal microhardness. We used 12 specimens of sound teeth enamel for each eruptive age. The comparison between the longitudinal microhardness of the different eruptive ages and in different depths was performed by analysis of variance with two criteria (ANOVA), adopting a significance level of 5%. According to the methodology adopted in this research, it was possible to conclude that there was a difference between the longitudinal microhardness of specimens with different eruptive ages at all depths, revealing an increase of the mineralization with age. It was observed also an increasing trend of the values of microhardness as the enamel depth increased, in all age groups studied.

Keywords: Enamel Maturation. Preventive Dentistry.

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

O declínio na prevalência da doença cárie nas últimas décadas pode ser explicado pela disseminação do uso do flúor, assim como pela melhor compreensão da doença e conscientização da população. Entretanto, a sua manifestação ainda é alta em certos grupos ou indivíduos. Estudos têm mostrado que dentre 80% das cáries que ocorrem em dentes permanentes, 25% ocorrem em crianças e adolescentes, as quais constituem um grupo de risco (KASTE et al., 1996; PAES LEME et al., 2004).

A cárie dental é, basicamente, decorrente do acúmulo de bactérias sobre a superfície dos dentes, as quais metabolizam os carboidratos ingeridos, principalmente a sacarose, em ácidos que irão provocar a desmineralização do esmalte dentário. A saliva, por apresentar cálcio e fosfato, os principais minerais componentes da estrutura cristalina dos dentes, protege naturalmente o esmalte e a dentina, remineralizando-os. No entanto, esta propriedade biológica da saliva é pH dependente e, devido a produtos da dieta ou pelo contato direto do biofilme com a superfície dentária, resultando em episódios de desmineralização mais frequentes do que os de remineralização pela queda constante do pH, poderá se desencadear o início do processo de cárie (CURY, 2001). Em virtude da complexidade deste ambiente, diversos fatores como a superfície do esmalte, a saliva e a presença do biofilme dentário interferem modulando a severidade e a velocidade de desenvolvimento das lesões de cárie no indivíduo.

Durante a erupção dos dentes há uma mudança abrupta do meio em que se encontram, saindo do interior dos tecidos para a cavidade bucal e entrando assim em contato com a saliva, bactérias e alimentos. Logo após a erupção, mudanças tomam conta do esmalte dos dentes para que se adaptem ao novo meio (maturação pós-eruptiva) (BACKER, 1966).

Uma vez o esmalte tenha erupcionado na cavidade bucal, sua superfície constantemente sofre alterações e, por esta razão, deve-se considerá-lo como participando de transformações dinâmicas o tempo todo. Devido à sua porosidade superficial, tem sido sugerido que o esmalte sofre um período de maturação subsequente à erupção. A natureza dessa maturação ainda não é bem compreendida, mas acredita-se que durante esse período os íons minerais e de flúor

do ambiente bucal difundem-se para o interior do esmalte. Uma das evidências que sugerem a ocorrência desse processo é o fato de que a concentração de flúor no esmalte aumenta após a erupção (FEJERSKOV; NYVAD; KIDD, 2005).

Durante este período, o esmalte dentário possui características especiais que o deixam mais susceptível à desmineralização (BACKER, 1966; BRUDEVOLD; AASENDEN; BAKHOS, 1982; CRABB, 1976; KATAOKA et al., 2007; KOTSANOS; DARLING, 1991; SCHULTE; GENTE; PIEPER, 1999; WOLTGENS et al., 1981a) apresentando-se mais poroso (CRABB, 1976; FEJERSKOV; JOSEPHSEN; NYVAD, 1984; TEN BOSCH; FENNIS-LE; VERDONSCHOT, 2000), com maior concentração de apatita carbonatada (CURY, 2001; GANGLER et al., 1993) e maior porcentagem de impurezas (Na, Mg, CO₃) na sua composição (DRIESSENS et al., 1985), tornando os cristais mais solúveis. Assim, ao irromper, as estruturas minerais do esmalte ficam sujeitas às variações do meio ambiente bucal (FANNING; SHAW; SOGNAES, 1954). É fato que os cristais do esmalte diferem da hidroxiapatita pura, pois eles contêm vários íons inorgânicos contaminantes. A treliça da apatita é particularmente “flexível” e permitirá a inclusão de tais íons contaminantes, em lugares normalmente reservados aos íons cálcio, fosfato ou hidroxila. Por exemplo, nos cristais do esmalte, alguns íons fosfato são substituídos por íons carbonato, freqüentemente pela substituição simultânea do cálcio por sódio. A apatita do esmalte e a maioria das outras apatitas biológicas são, conseqüentemente, uma fluoridroxapatita carbonatada. Outros íons normalmente incorporados nas apatitas biológicas, porém em grau menor, são cloreto e magnésio (TEN CATE et al., 2005).

Sabe-se que a película adquirida, a qual se adere à superfície do esmalte, têm efeito tanto benéfico, no que diz respeito à sua capacidade tampão e de reservatório de minerais, quanto maléfico, por proporcionar o acúmulo de alimentos e bactérias produtoras de ácidos (BACKER, 1966). A saliva, por conter quantidades consideráveis de cálcio e fosfato e por ser quase sempre supersaturada em relação ao mineral do esmalte, protege naturalmente o esmalte, favorecendo a maturação e deixando-o menos solúvel (TEN CATE et al., 2005).

Nos primeiros anos após a erupção, os dentes estão mais susceptíveis à dissolução ácida devido às características do esmalte, como visto anteriormente e, além disso, neste período o desafio cariogênico é grande, somado à escovação deficiente por parte das crianças e o fato de os dentes se encontram em infra-oclusão, não participando assim da mastigação e facilitando o acúmulo de biofilme.

Esta situação pode perdurar por vários meses, antes da oclusão funcional ser obtida. No caso do primeiro e segundo molares permanentes, o tempo de erupção é de 5 a 32 meses e de 9 a 45, respectivamente (EKSTRAND; CHRISTIANSEN; CHRISTIANSEN, 2003). Este período é muito longo, no qual o dente se encontra exposto a inúmeros processos microscópicos de dissolução e reposição de minerais que ocorrem na interface esmalte-biofilme. Deve-se entender que, provavelmente, o período mais importante para qualquer dente vai desde sua erupção, através da membrana mucosa, até atingir sua oclusão funcional com o dente antagonista (FEJERSKOV; NYVAD; KIDD, 2005).

Na literatura, diversos trabalhos (BRUDEVOLD; AASENDEN; BAKHOS, 1982; CRABB, 1976; CURY, 2001; FEJERSKOV; JOSEPHSEN; NYVAD, 1984; GANGLER et al., 1993; SCHULTE; GENTE; PIEPER, 1999; TEN BOSCH; FENNISLE; VERDONSCHOT, 2000; THYLSTRUP; HOLMEN; KRAGH, 1984; KATAOKA et al., 2007) ressaltam a importância do conhecimento das características do esmalte durante e após o processo de erupção, assim como dos mecanismos envolvidos na desmineralização dentária, para o estabelecimento de medidas preventivas eficazes (DRIESSENS et al., 1985; GANGLER et al., 1993; KOTSANOS; DARLING, 1991; WOLTGENS et al., 1981b; WOLTGENS; ETTY; GERAETS, 1990).

Sendo a maturação do esmalte em superfície, um fator importante a ser considerado nas estratégias preventivas, este estudo se propõe a avaliar a maturação do esmalte também em profundidade, de dentes hígidos com diferentes idades eruptivas por meio da microdureza longitudinal, já que esta maturação pode funcionar como uma barreira, dificultando a desmineralização do corpo do esmalte.

*REVISÃO DE
LITERATURA*

2 REVISÃO DE LITERATURA

As mudanças que ocorrem no esmalte dos dentes consistem em processos químicos e físicos que influenciam a micromorfologia da superfície do mesmo. Vários estudos demonstraram que o diâmetro e permeabilidade dos poros do esmalte decrescem ao longo do tempo, após a erupção dentária (CRABB, 1976; BRUDEVOLD; AASENDEN; BAKHOS, 1982; FEJERSKOV; JOSEPHSEN; NYVAD, 1984). Alguns estudos indicam que a redução do diâmetro dos poros ocorre apenas em superfície no esmalte (KATAOKA et al., 2007; SCHULTE; GENTE; PIEPER, 1999), no entanto, existem poucos estudos que avaliem a maturação pós-eruptiva em profundidade no mesmo. Os achados de (DRIESSENS et al., 1985) sugerem que a maturação pós-eruptiva acontece até uma profundidade de 10-30 μm no esmalte, ocorrendo um decréscimo na permeabilidade do mesmo com a formação de fosfato de cálcio contendo pequena quantidade de minerais solúveis Na e Mg e, conseqüentemente, exibindo maior resistência à solubilidade da hidroxiapatita. Os autores afirmam que este processo ocorre passado seis meses da erupção dentária.

2.1 MATURAÇÃO PÓS-ERUPTIVA

Vários estudos demonstraram que o esmalte de dentes jovens é mais suscetível à desmineralização do que o esmalte de dentes mais velhos. Fanning, Shaw e Sognnaes (1954) realizaram um estudo em animais para avaliar se a exposição normal dos molares dos ratos à saliva, por diferentes períodos de tempo após a erupção, afeta a subsequente resistência dos dentes à cárie. Para isto, eles realizaram dois experimentos. No primeiro experimento foram utilizados 72 ratos divididos em 6 grupos, todos desmamados aos 21 dias de idade e alimentados com ração livre de carboidrato. Os 12 ratos que pertenciam ao grupo 1 foram submetidos a remoção das glândulas salivares aos 21 dias de idade. Os grupos 2, 3, 4 e 5 correspondiam aos 10, 20, 30 e 40 dias depois do desmame, quando sofreram a cirurgia de remoção das glândulas salivares. O grupo 6 foi mantido como controle. No 61º dia, dois ratos de cada grupo foram sacrificados. Para o resto dos animais de

cada grupo, foi trocada a ração por uma que fosse altamente cariogênica. Depois de 114 dias de dieta cariogênica, todos os ratos foram sacrificados e a incidência de cárie determinada. O segundo experimento foi dividido em duas partes, com um total de 90 ratos. A primeira parte foi uma repetição do primeiro experimento. A segunda parte só apresentava uma diferença com relação à primeira parte, na qual os ratos eram expostos a uma dieta altamente cariogênica no momento do desmame. Os resultados obtidos do primeiro experimento, nos ratos que foram sacrificados aos 61 dias de idade, depois de permanecer 40 dias em uma dieta não cariogênica, mostraram que todos os ratos permaneceram completamente livres de lesões cariosas. Este dado mostrou que todos os ratos se encontrariam livres de cáries no momento que a dieta foi mudada para altamente cariogênica. Os resultados obtidos pelo restante dos ratos que permaneceram 114 dias sob uma dieta altamente cariogênica mostraram que nenhum dos ratos do grupo controle desenvolveu lesões cariosas durante este período. No entanto, nos outros 5 grupos restantes, a combinação da remoção das glândulas salivares juntamente com uma dieta altamente cariogênica resultou em um desenvolvimento apreciável das cáries, sendo que se observou uma relação da média de cáries sendo inversamente proporcional à idade em que foram removidas as glândulas salivares. Os resultados obtidos no segundo experimento mostram que quanto mais precoce for a remoção das glândulas salivares, níveis mais altos de dentes cariados são encontrados. Os autores sugeriram, dos dois experimentos, que a exposição ao meio bucal-salivar normal durante o processo eruptivo tem uma importante influência na futura susceptibilidade às cáries. Eles concluíram que um ambiente bucal-salivar normal, durante o período eruptivo dos dentes, pode ter um suporte significativo na maturação do esmalte, que se manifesta como subsequente resistência às cáries.

Backer (1966) realizou um estudo clínico longitudinal, no qual examinou as mudanças nas superfícies do esmalte dos dentes permanentes de 90 crianças (45 meninos e 45 meninas), acompanhando-as dos 7 aos 15 anos. Foram avaliadas, separadamente, as superfícies: fossas e fissuras, faces interproximais e as faces livres. As fossas e fissuras e as faces livres, foram avaliadas visualmente com ajuda de luz, logo após de serem limpas e secas. As superfícies interproximais foram avaliadas radiograficamente. O autor encontrou que o processo de formação da cárie de fossas e fissuras começa muito cedo e é de progressão rápida, sendo as primeiras mudanças visíveis seguidas pela formação das cavidades. Nas superfícies

interproximais, ele encontrou que as lesões de cárie começam mais tardiamente e a progressão não é tão rápida, quando comparada com as de fossas e fissuras. O autor verificou que, das lesões encontradas nas superfícies proximais, 60% acometiam somente o esmalte. A progressão das cáries de esmalte para cáries de dentina era esperada, no entanto, 50% das lesões não progrediam em 4 anos, 33% não progrediam em 6 anos e 26% não tiveram progressão em 8 anos. Apesar disso, muitas lesões aparentemente confinadas ao esmalte, já se encontravam em dentina. No estudo, analisando-se todos os dentes das crianças de 11 anos de idade, 624 cáries de esmalte foram encontradas. Já aos 15 anos de idade, 267 destas superfícies ainda apresentavam cáries de esmalte e isto significa que existe 57% de chance das cáries de esmalte encontradas aos 11 anos de idade se tornarem cáries de dentina aos 15 anos de idade. Em vários estudos com animais, foi demonstrado que a suscetibilidade à formação de cáries decresce com o tempo. As faces livres foram examinadas clinicamente e foi verificado que o número de segundos molares com lesões cariosas cresceu significativamente logo após a erupção dos mesmos. No entanto, aos 13 anos de idade, estes valores decresceram. Para os primeiros molares pôde-se observar o mesmo comportamento. As lesões cariosas em todas as superfícies lisas foram detectadas logo após a erupção, sendo que apenas 16% das lesões eram detectadas um ano e meio após a erupção. Nas faces livres, os sinais de lesões de cárie aparecem muito mais cedo logo após a erupção do que nas outras faces e manchas brancas podem ser observadas principalmente na porção cervical dos dentes. No entanto, se a mancha branca permanecia por um ano e meio após a erupção sem formar cavidade, a probabilidade de se converter em cavidade era mínima antes dos 15 anos de idade. O efeito de mudanças nas condições ambientais logo após a erupção dos dentes foi demonstrado em crianças que receberam água fluoretada artificialmente e naquelas submetidas a condições de extrema restrição alimentar, processos que contribuíram para a resistência posterior às cáries. O autor sugeriu que o processo chamado maturação pós-eruptiva parecia ser um fator importante para a resistência às cáries.

Aasenden (1975) comparou, mediante um estudo *in vivo*, as mudanças normais ocorridas nas concentrações de flúor da superfície vestibular do esmalte, durante os primeiros anos após a erupção. Para isto, utilizou uma amostra de: (1) 94 crianças, com uma média de idade de 8,5 anos, apresentando dentes recém irrompidos e 115 adolescentes, com uma média de idade de 17,1 anos. Estas

crianças moravam em uma comunidade com água de abastecimento não fluoretada (Hyannis); (2) crianças de outras 6 comunidades de em média 13,5 anos de idade, com diferentes concentrações de flúor na água de abastecimento, sendo entre 291 a 305 crianças por cada comunidade. Não foram considerados fatores como a frequência de profilaxia profissional e nem a exposição das crianças ao flúor por meio do uso de pastas fluoretadas, largamente usadas nas comunidades estudadas. As comparações foram feitas por meio de biópsia do esmalte, tomadas na superfície vestibular do incisivo central superior direito. Os resultados para a comunidade sem flúor (Hyannis) mostraram que a concentração média de flúor do grupo dos adolescentes foi estatisticamente menor que das crianças mais novas, onde os dentes eram recém irrompidos. Neste estudo foi demonstrado que esta diferença foi maior nas áreas mais superficiais que nas áreas mais profundas das biópsias. Nos resultados obtidos da biópsia da comunidade não fluoretada de Boston, uma das outras 6 comunidades, a concentração média de flúor foi menor para os mais velhos, não havendo diferença estatisticamente significativa entre eles, nem entre as profundidades. Os resultados das biópsias das 5 comunidades fluoretadas, mostraram que menores concentrações de flúor foram observadas nos dentes mais velhos. O autor encontrou que o flúor é usualmente perdido em taxas apreciáveis da superfície vestibular durante os primeiros anos logo após da erupção. Diminuições significativas na concentração de flúor foram observadas em diferentes localidades com diferentes concentrações de flúor na água de abastecimento público, e o mesmo padrão foi observado em comunidades sem flúor na água. O autor concluiu que o flúor perdido pela abrasão nos indivíduos novos não é compensado pelas exposições naturais ao meio ambiente. O decréscimo da concentração de flúor na superfície do esmalte pode ser explicado pela perda do mesmo através da abrasão dentária sofrida com o passar do tempo e/ou pela baixa incorporação de material inorgânico rico em flúor ao mesmo ao longo dos anos.

Em 1976, Crabb estudou a superfície externa de dentes permanentes não irrompidos. O autor avaliou 100 pré-molares inclusos, dos quais foram feitos ao redor de 400 cortes longitudinais bucolinguais, de aproximadamente 100 μm de largura. Estes corpos foram examinados através de luz refletida quando colocados em água e em luz polarizada quando colocados no ar, água e em quinolina. Posteriormente, os corpos foram fotografados e projetados em transparências para análise do delineamento do esmalte em sua área mais branca (cor de giz). Além

disso, réplicas tridimensionais de metacrilato de dois pré-molares foram confeccionadas e observadas por microscopia eletrônica de varredura. Por meio da luz refletida, observou-se que todos os pré-molares apresentavam uma definida camada superficial esbranquiçada que se estendia até a porção cervical, ocupando a totalidade desta região. Esta camada era maior na superfície lingual do que na vestibular, aumentando em tamanho de oclusal para cervical. Estes resultados foram confirmados pelos obtidos com a luz polarizada. Nas réplicas de metacrilato, observou-se através de microscopia eletrônica de varredura, que a camada superficial do esmalte tinha um padrão fino, com aspecto de favo de abelha, correspondendo dimensionalmente a uma estrutura prismática. Foi verificado que a largura média da área porosa superficial do esmalte dos dentes totalmente inclusos decresceu de 180-300 μ m, para 100-180 μ m logo após a erupção dos mesmos. Este trabalho demonstrou que a camada superficial do esmalte dos pré-molares é mais porosa naqueles totalmente inclusos e logo após a erupção, mostrando uma maior susceptibilidade à desmineralização.

Woltgens et al. (1981a) compararam, através das medições de cálcio, fósforo e a relação Ca:P, as mudanças na composição do esmalte produzidas logo após a erupção. Foram utilizados 10 pré-molares humanos extraídos aos 6 meses e 4 anos após a erupção. Estes dentes foram cortados em fatias longitudinais de $10 \pm 0,5$ μ m de espessura. Cada fatia foi dissolvida quimicamente. Os valores de cálcio e o fósforo foram determinados. Também foram estudadas as mudanças nos conteúdos de Magnésio. Os resultados obtidos mostraram que os conteúdos de Ca e P decrescem significativamente com a idade somente até a profundidade de 25 e 35 μ m. A concentração de ambos é maior nas camadas superficiais. Nos dentes mais velhos, a relação Ca:P na profundidade 35 μ m é significativamente menor que toda a média da superfície total do esmalte. Nos dentes novos o menor valor foi na profundidade de 25-45 μ m, sendo menor que nas profundidades de 15 e 100 μ m, no entanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa. No geral, todas as medidas da relação de Ca:P foram maiores nos dentes velhos, mas esta diferença não foi estatisticamente significativa. Os valores de Mg aumentaram continuamente desde a superfície até 300 μ m de profundidade. A partir desta profundidade o valor permaneceu constante.

Woltgens et al. (1981b) estudaram a relação entre a idade pós-eruptiva e a susceptibilidade à cárie de esmalte humano, em um estudo *in vitro*. O estudo avaliou os níveis de cálcio e fósforo do esmalte em diferentes profundidades e no gel desmineralizador durante períodos consecutivos de desmineralização, separado em duas partes experimentais: a primeira, na qual os espécimes ficavam na solução desmineralizadora por um período de 24 horas e a segunda na qual os espécimes eram retirados da solução as 2, 4, 6, 8 e 25 horas. As idades pós-eruptivas avaliadas foram de 6 meses e de 4 anos. No primeiro experimento, eles encontraram que não existe diferença em relação ao Ca e P liberado da camada superficial, entre os corpos com diferentes idades pós-eruptivas. Entretanto, a uma profundidade de 25-45 μm a liberação dos dois elementos foi significativamente menor nos dentes com maior idade pós-eruptiva. No segundo experimento, com relação à liberação de Ca, foi verificado que a mesma era significativamente menor para os dentes com maior idade pós-eruptiva, sendo constante para os dois grupos nas primeiras 8 horas de desmineralização. Já a liberação de P foi maior para os dentes com mais idade pós-eruptiva nas primeiras 8 horas, mas a partir das 8 às 24 horas a liberação foi maior para os dentes recém irrompidos. A relação Ca:P liberada foi inicialmente muito alta nos dentes recém irrompidos, enquanto esses níveis se mantiveram constantes nos dentes com mais idade pós-eruptiva. No geral, a desmineralização dos diferentes grupos ocorre nas profundidades de 25 a 60 μm , sendo os 40 μm onde ocorre a máxima liberação, tanto de Ca quanto de P, dos dentes com menor idade pós-eruptiva, apresentando uma maior velocidade de desmineralização. Presume-se que a maior quantidade de hidroxiapatita defeituosa e solúvel presente nos dentes mais jovens, seja a causa do efeito de maior solubilidade inicial da relação Ca:P nos mesmos.

Brudevold, Aasenden e Bakhos (1982) estudaram, *in vivo*, a diferença na permeabilidade de dentes com diferentes idades pós-eruptivas. Eles utilizaram 27 crianças com uma média de 8 anos e 32 crianças mais velhas com uma média de idade de 13,8 anos de idade. Eles mediram por meio de permeabilidade ao iodo, as diferenças entre a permeabilidade das superfícies de esmalte de dentes novos e velhos. Eles encontraram que os dentes mais novos apresentavam uma maior permeabilidade em relação aos mais velhos, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Eles concluíram que a susceptibilidade às cáries assim como a resposta do esmalte à ação tópica do flúor é maior em dentes mais jovens do que nos mais

velhos, uma vez que a maturação pós-eruptiva do esmalte envolve uma diminuição na permeabilidade do mesmo.

Fejerskov, Josephsen e Nyvad (1984) realizaram um estudo para avaliar a ultraestrutura da superfície madura de esmalte de dentes inclusos. O estudo foi realizado com microscopia eletrônica de varredura. Eles encontraram que a superfície do esmalte apresentava uma grande variedade de irregularidades no momento da erupção, como: microporos, pequenas fissuras com bordas arredondadas, processos de Tomes altamente irregulares e porosos, pequenas elevações e protrusões, que deixam o esmalte suscetível a danos. Os microporos apresentavam em média um diâmetro de 10-15 μm com uma profundidade de pequenos micrômetros a 7-10 μm , sendo alguns com formato de crateras. As superfícies das elevações ou protrusões variavam de lisas a altamente porosas. Estas irregularidades se encontravam em maior proporção nas áreas supracervicais e centrais da coroa do dente. Eles observaram que a superfície madura do esmalte da porção central da coroa é muito mais porosa no momento da erupção do que a porção cervical do mesmo. Estas irregularidades deixam o dente mais susceptível a agressões. Eles concluíram que a superfície do esmalte humano na hora da erupção é altamente porosa com uma alta variedade de vias de difusão para a sua subsuperfície.

Thylstrup, Holmen e Kragh (1984) estudaram a superfície morfológica do esmalte incluso e recém irrompido, através da microscopia eletrônica de varredura. Eles encontraram que o dente incluso apresentava uma grande variabilidade de clássicas irregularidades do desenvolvimento na sua superfície: periquimáceas, processo de Tomes, poros e microfissuras. Este esmalte também apresentava grandes espaços intercristalinos, dando a impressão de a superfície do esmalte ser como um sólido poroso. Os dentes recém irrompidos apresentaram estas mesmas irregularidades, mas os espaços intercristalinos eram menores e a configuração e posição dos prismas de esmalte era muito menos uniforme do que a observada em dentes não irrompidos. Eles concluíram que pequenas diferenças encontram-se entre o esmalte incluso e o recém erupcionado, o qual já foi exposto ao meio bucal.

Kidd et al. (1984) realizaram um estudo *in vitro* para comparar a susceptibilidade à cárie de dentes novos e velhos expostos à mesma técnica de cárie artificial. Para isto, dois grupos de 10 dentes hígidos foram utilizados. Grupo 1: pré-molares recém irrompidos extraídos por motivos ortodônticos; Grupo 2: pré-

molares velhos extraídos por motivos periodontais, de pacientes com mais de 65 anos. Depois de limpos e armazenados, os espécimes foram pintados com um verniz resistente ao ácido, deixando uma janela exposta na face vestibular. Os dentes foram submersos numa solução em gel para simulação de lesão de cáries *in vitro*. Logo após este período, os espécimes foram cortados longitudinalmente e analisados através de luz polarizada. Os resultados mostraram que a desmineralização nos dentes mais velhos eram maiores que nos dentes novos. Os dentes velhos apresentavam ausência de definição dos limites das lesões. Além disso, o esmalte dos dentes velhos apresentava-se mais fino, sendo esta diferença estatisticamente significativa. A análise do flúor da superfície do esmalte mostrou que o esmalte novo apresenta maior concentração que o esmalte velho. Estes resultados mostraram que os dentes mais velhos não necessariamente devem ser considerados como mais resistentes aos ataques ácidos.

Driessens et al. (1985) estudaram os conteúdos de Na e Mg da superfície do esmalte de dentes humanos inclusos, durante o processo de erupção e um tempo após a erupção. Para isto, foram avaliados dois terceiros molares parcialmente irrompidos, dois pré-molares com um ano e meio após a erupção, dois pré-molares com 3,5 anos após a erupção e um pré-molar não irrompido. Os dentes foram cortados verticalmente no sentido buco-lingual e foram analisados os conteúdos de Ca, P, Na e Mg através de uma microsonda elétrica. Dentre os dentes analisados, não foi detectado sinal de mineralização incompleta da superfície do esmalte. Eles encontraram que o conteúdo de Na na superfície do esmalte de terceiros molares semi-irrompidos variou de 60 a 80% do conteúdo do mesmo a 100 µm de profundidade e o de Mg variou de 50 a 70% do seu conteúdo a 100 µm de profundidade. No entanto, para os pré-molares com um ano e meio de erupção os conteúdos de Na e Mg encontrados nos 100 µm de profundidade foram bem menores, principalmente nas profundidades de 15 e 30 µm. Para os pré-molares extraídos 3,5 anos após a erupção os resultados foram similares ao grupo anterior. Os conteúdos de Ca e P permaneceram constantes nos 100 µm estudados. Os resultados sugerem que a permeabilidade do esmalte após a erupção se torna bem menor, especialmente pela maturação do mesmo e a formação de fosfato de cálcio contendo pequenas quantidades de Na e Mg, tornando a hidroxiapatita menos solúvel.

Woltgens, Etty e Geraets (1990) analisaram que a estabilização ou regressão da lesão de cárie de dentes permanentes humanos, dependem significativamente da idade de maturação pós-eruptiva do esmalte e podem estar associadas a porosidades e condições minerais da superfície do mesmo, logo após a erupção. Em contradição, a evolução de uma mancha branca para cavidade, que pôde ser observada no estudo quase que exclusivamente nas fissuras, não teve influência em relação à idade pós-eruptiva do esmalte. Uma possível explicação para tal fenômeno pode ser que a remineralização de tais manchas brancas estaria dificultada pela facilidade de retenção ácida na região das fissuras. Por outro lado, eles observaram que a evolução da mancha branca para cavidade, em um período de 6 meses, decresceu com o aumento da idade pós-eruptiva dos dentes.

Kotsanos e Darling (1991) realizaram um estudo *in vitro*, para avaliar se o esmalte dentário, de fato, torna-se menos susceptível à cárie com o passar dos anos, por influência da maturação pós-eruptiva. Foram avaliados 10 terceiros molares inclusos, 19 pré-molares com 0-3 anos de erupção, 18 pré-molares com 4-10 anos de erupção, 5 pré-molares com 11-30 anos de erupção e 14 pré-molares com mais de 30 anos de erupção. Os dentes foram submetidos à formação de cáries artificiais *in vitro*. Depois, os dentes foram cortados e avaliados com luz polarizada e foram feitos mapas com aproximadamente o contorno da porosidade das lesões. Além disso, foram mensurados os conteúdos de flúor em aproximadamente 20 µm de profundidade. Os resultados mostraram que à medida que a profundidade das lesões diminuía, a idade pós-eruptiva aumentava. Observaram, também, que o espaço ocupado pela porosidade das camadas mais superficiais diminuía com o aumento da idade pós-eruptiva. Os dentes inclusos mostraram uma maior expansão em lateralidade da área da lesão, além dos limites que definiam a área experimental, em comparação às outras idades. Sobre os conteúdos de flúor, eles encontraram que os recém irrompidos (0-3 anos de erupção) apresentaram quase duas vezes mais conteúdo de flúor que os inclusos. Eles concluíram que existe uma diminuição na susceptibilidade do esmalte a cáries artificiais com o passar dos anos, especialmente após a erupção, e que as lesões de cárie presentes nos dentes mais jovens progridem mais em profundidade do que em largura, comparando-se com o esmalte dos dentes mais velhos.

Gangler et al. (1993) realizaram um estudo *in vitro*, com o objetivo de determinar a susceptibilidade de dentes permanentes jovens recém-irrompidos e de

dentes permanentes mais velhos, à formação de cárie artificial. Dois grupos de dentes hígidos foram utilizados, sendo o grupo 1 formado por 38 pré-molares extraídos por motivos ortodônticos, de crianças de 9 a 12 anos; grupo 2 formado por 40 pré-molares e incisivos extraídos por motivos periodontais de pacientes de 45-65 anos. Estes dentes foram analisados por microscopia de luz polarizada e espectroscopia de massa com íons secundários. Os resultados mostraram que todos os dentes, independentemente da idade, mostraram macroscopicamente manchas brancas. Nos dentes mais novos, as lesões de cáries pareciam ter um desenvolvimento uniforme. Entretanto, os dentes mais velhos apresentavam uma zona superficial mais fina e com os limites menos marcados. Por meio da espectroscopia de massa com íons secundários, observaram que os níveis de carbono para os dentes mais velhos eram menores quando comparados com os dentes mais novos. Adicionalmente, os dentes mais velhos apresentaram níveis maiores de potássio e flúor na superfície, sendo o flúor encontrado em uma profundidade de até 40 μm , enquanto que o potássio mostrou níveis significantes até a profundidade de 15 μm .

Schulte, Gente e Pieper (1999) realizaram um estudo clínico para avaliar se os valores da resistência elétrica das fossas e fissuras de pré-molares variavam depois da erupção. Para isto, foram utilizados 66 pré-molares de 18 crianças entre 8 e 14 anos. A primeira medição foi feita quando o pré-molar tinha menos de um ano de erupção. Três tipos de medidas foram feitas: com o dente umedecido pela saliva, com o dente umedecido com água destilada e com o dente umedecido com soro fisiológico. Esta medida foi repetida a cada 3-6 meses até completar 24 meses de idade pós-eruptiva. Foram feitas em média 3,2 medidas para cada dente. A média do valor da resistência dos pré-molares, independentemente do tratamento da superfície, aumentou continuamente desde a erupção até o décimo quinto mês depois da erupção, sendo este o valor máximo obtido. Encontrou-se que a diferença deste valor máximo, quando comparado com o valor obtido nos primeiros 3 meses de idade pós-eruptiva, era estatisticamente significativa. Eles concluíram que o aumento da resistência elétrica aconteceu devido à maturação pós-eruptiva do esmalte. Além disso, este método possibilitou o estudo da maturação pós-eruptiva do esmalte *in vivo* não invasivamente.

Em 2000, Ten Bosch, Fennis-le e Verdonshot avaliaram, *in vivo*, a porosidade do esmalte, das superfícies oclusais de molares recém irrompidos,

através da condutância elétrica, em um período de 18 meses. Participaram do estudo 50 crianças de 5 a 15 anos de idade, nas quais o primeiro molar permanente (entre 5 e 6 anos de idade) ou o segundo molar permanente (entre 11 e 15 anos de idade) não se encontravam presentes na cavidade bucal 6 meses antes do estudo. A primeira medição, depois da erupção, foi utilizada como valor referencial, na qual fizeram exame visual e condutância elétrica em três ou quatro pontos pré-determinados nas fissuras. Os dados foram coletados a cada 6 meses, durante 3 anos. Depois dos 36 meses do estudo, os valores da condutância elétrica mostraram uma significativa diminuição em comparação à primeira medição. Este estudo mostrou quantitativamente a diminuição da porosidade pós-eruptiva da superfície oclusal do esmalte de molares hígidos, sendo o fator de diminuição 2,2 em um período de 36 meses, e a metade deste valor em um período de 20 a 30 meses.

Cury (2001) relatou que a concentração de carbonato nos dentes recém irrompidos é mais alta, comparando-se aos já expostos ao meio ambiente bucal por um certo período de tempo. Concentrações altas de carbonato permitem uma progressão mais rápida da desmineralização. Por outro lado, isto não implica dizer que a cárie nos dentes recém irrompidos não possa ser controlada. Quando um dente irrompe, as estruturas minerais do esmalte ficam sujeitas às variações do meio ambiente bucal. A saliva por apresentar cálcio e fosfato, os principais minerais componentes da estrutura cristalina dos dentes, protege naturalmente o esmalte. Existe um dinamismo entre a composição dos dentes, suas propriedades físico-químicas e o meio ambiente bucal. Assim, variações do pH determinam o limite da capacidade da saliva em proteger os dentes.

Kataoka et. al. (2007) investigaram o processo de maturação pós-eruptiva, através da resistência elétrica, durante 66 meses após a erupção de primeiros molares permanentes hígidos, para uma estimativa da duração deste processo. Foram selecionadas 68 crianças na faixa dos 6 anos de idade, examinadas a cada 6 meses, totalizando 10 avaliações após 4,5 anos desde a primeira avaliação. A análise foi realizada por três examinadores, sob iluminação apropriada e utilizando cadeiras escolares em ambiente aberto. Foram examinados ainda, 53 molares hígidos em adultos na faixa dos 24 anos de idade, utilizando-se o mesmo método, para comparação com os resultados obtidos das crianças. A análise foi realizada por exame visual e condutância elétrica (ECM), utilizando-se dois ou três pontos pré-determinados nas fissuras dos molares estudados. Os resultados mostraram que à

medida que a maturação pós-eruptiva progrediu, os dentes adquiriram maior resistência elétrica. No entanto, baseando-se nos valores da resistência elétrica em molares de 61-66 meses de erupção, comparados aos valores dos molares de indivíduos adultos, pôde-se observar que os valores da resistência elétrica foram inferiores. Os autores consideraram a maturação do esmalte incompleta, mesmo aos 66 meses após a erupção.

Ainda em 2007, Arnold e Gaengler investigaram a distribuição do Ca, P e C na pré-dentina, dentina e esmalte de germes dentários e dentes permanentes humanos já formados. Para isto utilizaram-se da mandíbula de um feto de 16 semanas, contendo oito germes dentários e três dentes permanentes humanos formados, a qual foi cortada fronto-dorsalmente e analisada através de luz polarizada. Os dentes permanentes foram cortados mesio-distalmente. Os cortes foram analisados através de microscopia eletrônica de varredura e do método EDX. Os valores relativos de Ca e P aumentaram da pré-dentina em direção à dentina e da superfície do esmalte em processo de mineralização ao esmalte maduro presente na junção amelo-dentinária, enquanto que o conteúdo de C decresceu significativamente. A mineralização do esmalte difere da presente na dentina, onde os prismas de esmalte uma vez formados, não podem mais ser remodelados. Após a formação dos prismas de esmalte, apenas a quantidade de hidroxiapatita entre os mesmos pode aumentar. A quantidade total de Ca e P presente na dentina e esmalte dos dentes permanentes formados foi significativamente maior do que a encontrada nos germes dentários em desenvolvimento. Pelos resultados obtidos os autores puderam concluir que existe uma possível maturação do esmalte após a formação dos prismas de esmalte, apesar de os mecanismos de transporte de íons através do órgão do esmalte não esteja ainda bem definido.

No estudo realizado por Geller et al. (2008) avaliou-se *in situ*, a desmineralização por análise da microdureza superficial e longitudinal do esmalte de dentes com diferentes idades eruptivas, submetidos a alto desafio cariogênico, com e sem remoção do biofilme dentário.

Neste estudo o esmalte incluso se mostrou menos mineralizado em toda sua extensão e foi observada uma maior diferença de volume mineral em relação aos demais grupos de idades nas camadas mais profundas (até 330µm), principalmente em relação aos dentes com mais de 10 anos de erupção. Diante destes resultados duas hipóteses poderiam ser sugeridas. A primeira hipótese seria

de que o esmalte do dente incluso encontra-se menos mineralizado em toda a sua extensão, sendo esta uma situação de normalidade para o estágio em que o dente se encontra. A segunda de que a superfície do esmalte no período da erupção encontra-se mais porosa e composta por cristais mais solúveis, permitindo uma maior desmineralização superficial e conseqüente penetração dos ácidos em profundidade.

PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Este estudo se propõe a avaliar a maturação do esmalte em profundidade, de dentes hígidos com diferentes idades eruptivas, por meio da microdureza longitudinal.

As hipóteses nulas a serem testadas são:

- ✓ Não há diferença na microdureza longitudinal entre as idades eruptivas.
- ✓ Não há diferença na microdureza longitudinal entre as diferentes profundidades do esmalte.

MATERIAL E

MÉTODOS

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foram coletados 25 dentes hígidos de cada idade eruptiva (25 terceiros molares antes da erupção na cavidade bucal; 25 pré-molares com 2 a 3 anos na cavidade bucal e que não apresentam a raiz completamente formada; 25 pré-molares com 4 a 10 anos na cavidade bucal, com a raiz completamente formada; 25 dentes com mais de 10 anos na cavidade bucal).

Os dentes passaram por uma seleção prévia, em que foram eliminados dentes que apresentavam trincas, rachaduras, manchas hipoplásicas ou grande desgaste. Os dentes foram cortados de modo que se obtiveram dois espécimes de um mesmo dente. Foram selecionados 20 espécimes de cada idade eruptiva para a análise da microdureza longitudinal dos mesmos e comparação dos valores com relação às diferentes idades eruptivas. A análise estatística foi realizada por meio da Análise de Variância a dois critérios (ANOVA), adotando-se um nível de significância de 5%.

4.2 OBTENÇÃO DOS DENTES

Foram coletados 25 dentes hígidos de cada idade eruptiva (25 terceiros molares antes da erupção na cavidade bucal; 25 pré-molares com 2 a 3 anos na cavidade bucal e que não apresentam a raiz completamente formada; 25 pré-molares com 4 a 10 anos na cavidade bucal, com a raiz completamente formada; e 25 dentes com mais de 10 anos na cavidade bucal) (Figura 1). Os dentes foram coletados no Centro de Urgência da FOB-USP e nas clínicas de graduação da faculdade, após o esclarecimento e livre-consentimento dos doadores e assinatura do Instrumento de Doação de Dentes, segundo resolução do Comitê de Ética em Pesquisa da FOB-USP (ANEXO B). Os dentes, logo após a extração, foram limpos com curetas e colocados em solução fisiológica com timol a 0,1% neutra

(Departamento de Bioquímica da FOB-USP). Um mês antes da parte experimental os dentes foram esterilizados com solução de formol a 2%, pH 7.0, preparado com tampão fosfato. A solução foi trocada periodicamente e o período mínimo de imersão dos dentes foi de 30 dias.

4.3 PREPARO DOS ESPÉCIMES DE ESMALTE

Os dentes foram fixados com godiva termoativada (Kerr Corporation, made in USA) em uma pequena placa de acrílico cristal (40mm X 40mm X 5mm) para facilitar a adaptação na máquina de corte. A placa de acrílico foi acoplada em um aparelho de corte de precisão ISOMET Low Speed Saw (Bulher Ltda., Lake Bluff, IL, USA). O corte foi realizado com o auxílio de dois discos diamantados dupla face – XLI 2205, “hight concentration”, 102mm X 0,3mm X 12, 7mm (Extec Corp., Enfield, CT, USA / Ref: 12.205) e um espaçador de aço inoxidável (7cm de diâmetro, 3mm de espessura e orifício central de 1,3cm) colocado entre os discos (Figura 2). O corte dos dentes foi realizado em velocidade de 300 rpm, refrigerado com água deionizada, obtendo-se os espécimes de esmalte de 3mm X 3mm, na porção mais plana da coroa, através de uma secção dupla no sentido cérvico-incisal e outra no sentido mésio-distal (Figura 3). Os blocos com esmalte trincado ou manchado foram desprezados.

Após o início dos procedimentos de desgaste e polimento, os espécimes foram armazenados sob refrigeração a 4°C, em recipientes de plástico fechados, separados por gaze umedecida em água deionizada.

4.4 ANÁLISE DA MICRODUREZA LONGITUDINAL DO ESMALTE DOS ESPÉCIMES DAS DIFERENTES IDADES PÓS-ERUPTIVAS

Os espécimes foram fixados com godiva termoativada (Kerr Corporation, made in USA) em uma placa de acrílico cristal (40mm X 40mm X 5mm), para facilitar a adaptação na máquina de corte de precisão ISOMET Low Speed Saw (Bulher Ltda., Lake Bluff, IL, USA). Foi realizada uma secção longitudinal, no centro dos espécimes, utilizando-se um disco diamantado dupla face – XLI 2205, “hight concentration”, 102mm X 0,3mm X 12, 7mm (Extex Corp., Enfield, CT, USA / Ref: 12.205), sob refrigeração com água deionizada. Em seguida, uma metade de cada espécime foi incluída em 5g de resina acrílica (Buehler Transoptic Powder, Lake Bluff, Illinois, USA), utilizando-se uma embutidora metalográfica (AROTEC PRE 30S), sob pressão de 150Kgf/cm², com um tempo de aquecimento de 7 minutos e mais 7 minutos de resfriamento. Os espécimes foram fixados com o plano longitudinal de corte voltado para a superfície de resina acrílica, utilizando-se cola adesiva (super bonder – Loctite).

Todos os corpos de prova foram submetidos a um processo de polimento das superfícies de esmalte e dentina, objetivando-se planificá-las e regularizá-las. Para este procedimento foi utilizada uma Politriz Metalográfica (APL 4, Arotec, Cotia, SP) (Figura 4) junto com uma lixa de silicone carbide de granulação 320 (Extex Corp.), em baixa velocidade e sob refrigeração com água deionizada, com 2 pesos padrão de 86 g, por 1 a 4 minutos, seguida pela lixa de silicone carbide de granulação 600, nas mesmas condições, porém em velocidade alta, pelo tempo de 2 a 4 minutos. Em seguida, o polimento foi realizado com lixa de silicone carbide de granulação 1200, em velocidade alta, sob refrigeração em água deionizada, com 2 pesos, por 2 a 5 minutos, seguido pelo feltro umedecido com uma suspensão de diamante de 1µm, durante 5 minutos, com dois pesos, em alta velocidade (Figura 5).

Para impedir que os grãos das primeiras lixas interferissem na qualidade do polimento das seguintes, entre cada etapa de polimento, o conjunto espécimes/disco foi levado a um aparelho de ultra-som Ultra Sonic Cleaner 750 (Unique Ind. e Com. de Produtos Eletrônicos Ltda., São Paulo, SP), com frequência de 25 KHz, durante 2 minutos, com água deionizada.

A microdureza longitudinal do esmalte foi avaliada utilizando-se um

microdurômetro (HVM- 2000/ Shimadzu Corporation, Japan) acoplado a um microcomputador e um software específico para a análise das imagens (Cams-Win-New Age Industries/ USA) (Figura 6). Foi utilizado um penetrador diamantado piramidal, tipo Knoop, com carga estática de 25 g, aplicada por 5 segundos (Figura 7). Três impressões foram feitas, em uma distância de 100µm entre estas no sentido horizontal, nas profundidades de 10, 30, 50, 70, 90, 110, 220 e 330 µm em relação à superfície. Foram obtidas as médias de cada profundidade (Figura 8). As impressões foram realizadas na porção central dos fragmentos e, para medi-las, duas marcas pontilhadas que aparecem na tela do computador se sobrepõem aos vértices agudos do losango correspondente à impressão, determinando o comprimento da maior diagonal (Figura 9).

Os resultados da dureza Knoop foram obtidos automaticamente pelo software através do cálculo da seguinte equação:

$$KHN = C.c/d^2$$

Sendo: KHN = valor de dureza Knoop

C (constante) = 14,230

c = carga de 25 gramas

d = comprimento da maior diagonal da impressão

Foram utilizados 12 espécimes de cada idade pós-eruptiva. A média das três impressões foi utilizada para excluir os blocos com microdureza fora do padrão. Foram desprezados blocos com média de comprimento da impressão com valor 10% acima ou 10% abaixo da média de todos os blocos do mesmo grau de maturação e aqueles com desvio-padrão do comprimento das impressões acima de 10% do valor de sua própria média. Ao final dos 80 espécimes de esmalte, apenas 48 foram selecionados para a realização do experimento, 12 de cada idade pós-eruptiva.

4.5 FIGURAS DESDE A COLETA DOS DENTES ATÉ A ANÁLISE FINAL DA MICRODUREZA LONGITUDINAL

Figura 1 - Dentes com diferentes idades eruptivas

Figura 2 - Dente na máquina de corte

Figura 3 - Espécime de esmalte

Figura 4 - Politriz metalográfica

Figura 5 - Espécimes embutidos e polidos

Figura 6 - Microdurômetro

Figura 7 - Penetrador Knoop

Figura 8 - Microdureza longitudinal

Figura 9 - Medida da diagonal

4.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

A comparação entre os valores da microdureza longitudinal entre os espécimes das diferentes idades eruptivas e entre as diferentes profundidades foi avaliada por meio da Análise de Variância a dois critérios (ANOVA), adotando-se um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 MICRODUREZA LONGITUDINAL ENTRE AS IDADES PÓS-ERUPTIVAS, NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES DO ESMALTE

A Tabela 1 e os Gráficos de 1 a 9 apresentam os valores da microdureza longitudinal entre as diferentes idades e profundidades do esmalte estudadas.

Os valores individuais da microdureza longitudinal de cada espécime das diferentes idades eruptivas, nas diferentes profundidades, se encontram expressos no ANEXO C.

Tabela 1 - Valores de médias da microdureza longitudinal, em KHN no esmalte humano, nas diferentes profundidades, entre as diferentes idades pós-eruptivas

Microdureza longitudinal, em KHN*				
(± dp)				
Distância	Molar incluso	Pré-molar 2-3 anos	Molar anos	4-10 Molar com mais de 10 anos
10	253.4 ^{Aa} (25,9)	333.8 ^{Ba} (28,2)	379.7 ^{Ca} (17,5)	439.2 ^{Da} (29,2)
30	281.6 ^{Ab} (22,7)	334.8 ^{Ba} (31,5)	369.7 ^{Ca} (28,1)	446.0 ^{Da} (27,3)
50	283.9 ^{Ab} (25,7)	340.8 ^{Ba} (26,3)	380.0 ^{Ca} (27,9)	456.1 ^{D,a,c,d} (35,3)
70	290.5 ^{Ab} (28,9)	342.1 ^{Ba} (33,6)	387.5 ^{Ca} (14,6)	464.0 ^{D,b,e} (32,1)
90	291.8 ^{Ab} (32,5)	348.6 ^{Ba} (28,9)	384.0 ^{Ca} (21,3)	481.8 ^{D,b,f} (33,1)
110	293.9 ^{Ab} (21,3)	353.1 ^{Ba} (29,9)	379.0 ^{Ba} (17,8)	469.7 ^{D,b,c,g} (44,1)
220	296.1 ^{Ab} (9,04)	355.0 ^{Ba} (20,17)	383.0 ^{Ba} (24,6)	465.9 ^{D,a,e,f,g,h} (44,1)
330	298.3 ^{Ab} (11,12)	357.8 ^{Ba} (21,3)	390.1 ^{Ca} (28,5)	477.8 ^{D,b,d,h} (38,7)

* Letras maiúsculas diferentes demonstram diferença estatística entre as idades pós-eruptivas.

* Letras minúsculas diferentes demonstram diferença estatística entre as profundidades.

Gráfico 1- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 10µm

Gráfico 2- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 30µm

Gráfico 3- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 50µm

Gráfico 4- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 70µm

Gráfico 5- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 90µm

Gráfico 6- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 110µm

Gráfico 7- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 220µm

Gráfico 8- Relação entre a microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, na profundidade de 330µm

Gráfico 9- Relação entre microdureza em KHN e idade pós-eruptiva dos espécimes, nas diferentes profundidades do esmalte (µm)

Por meio da análise do teste ANOVA e Bonferroni, pôde-se constatar diferença estatisticamente significativa entre os diferentes grupos de idades pós-eruptivas, em todas as distâncias estudadas ($p < 0.05$), com exceção às distâncias de 110 e 220 µm quando comparados pré-molares de 2-3 anos com pré-molares de 4-10 anos de erupção ($p > 0.05$). Não houve interação entre profundidades estudadas e idade pós-eruptiva dos espécimes.

Com relação às diferentes profundidades, houve diferença estatisticamente significativa entre a profundidade de 10 µm e o restante das profundidades para o grupo dos molares inclusos ($p < 0.05$). Para o grupo dos molares com mais de 10 anos de erupção houve diferença significativa entre as profundidades de 10 µm e 70, 90 110 e 330 µm; entre 30 µm e 70, 90, 110 e 330 µm; e entre 50 µm e 70, 90 µm. No entanto, pôde-se observar uma tendência crescente dos valores da microdureza quanto maior a profundidade, em todos os grupos de idade estudados.

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Não existe na literatura uma padronização quanto às idades de erupção a serem consideradas nos estudos de maturação pós-eruptiva do esmalte. Essa falta de padronização nos estudos (AASENDEN, 1975; BACKER, 1966; CRABB, 1976; DRIESSENS et al., 1985; FEJERSKOV; JOSEPHSEN; NYVAD, 1984; GANGLER et al., 1993; KATAOKA et al., 2007; KIDD et al., 1984; KOTSANOS; DARLING, 1991; TEN BOSCH; FENNIS-LE; VERDONSCHOT, 2000; WOLTGENS et al., 1981b) ocasiona uma dificuldade na comparação dos resultados e na sua confiabilidade. Neste estudo, os dentes humanos coletados apresentavam idades pós-eruptivas diferentes, sendo divididos em quatro grupos: inclusos - aqueles que nunca foram expostos à cavidade bucal; recém-erupcionados - presentes de 2 a 3 anos na cavidade bucal e que não apresentam a raiz completamente formada; erupção completa – presentes de 4 a 10 anos na cavidade bucal, apresentado a raiz completamente formada; erupção completa - com mais de 10 anos de erupção na cavidade bucal.

O intervalo de 2- 3 anos representa os dentes no estágio de erupção incompleta, isto é, em infra-oclusão, os quais já foram expostos ao meio bucal, sendo este um período crítico para o desenvolvimento da cárie, pelo maior risco de acúmulo de biofilme dentário. O grupo de dentes com idade de 4 a 10 anos de erupcionados, representam os dentes que provavelmente já estão em contato oclusal e encontram-se expostos ao meio bucal por um período maior, apresentando, conseqüentemente, uma maior maturação do esmalte (FEJERSKOV; NYVAD; KIDD, 2005).

O último grupo, que contém espécimes obtidos de dentes com mais de 10 anos de erupcionados, representa aqueles dentes que já estão na cavidade bucal há muito tempo, extraídos de indivíduos adultos, por motivo de doença periodontal.

A microdureza avalia a dureza superficial de um espécime, e é diretamente relacionada ao seu conteúdo mineral, sendo altamente sensível e reproduzível, principalmente quando se utilizam cargas pequenas. Para possibilitar a sua realização, o espécime deve apresentar uma superfície plana e lisa, que permita a leitura correta da marca realizada pela ponta de diamante Knoop, pois, pela medida da marca, utilizando-se equações matemáticas chega-se ao valor de dureza.

Para o presente estudo, a superfície plana praticamente se obteve pela secção do espécime e o polimento foi o mínimo necessário, para assim manter intacta a maior superfície longitudinal do mesmo.

O penetrador Knoop foi aplicado durante 5 segundos, utilizando-se uma carga estática de 25 gramas, a mesma utilizada por Fraga (2005), Ribeiro (2005) e Peter (2006). Essa carga foi considerada adequada pelos autores levando-se em conta o substrato.

A microdureza em secção longitudinal apresenta resultados muito semelhantes aos obtidos pela micro-radiografia, tanto em esmalte hígido como desmineralizado (FEATHERSTONE et al., 1983). No entanto, não permite uma medida direta do conteúdo mineral como na micro-radiografia, considerada o método mais prático e preciso de avaliação (ARENDS; TEN BOSCH, 1992).

Dentre os fatores envolvidos na etiologia da cárie dentária, a resistência do esmalte à dissolução ácida, é um fator muito importante a ser considerado em estratégias preventivas. O fenômeno da maturação pós-eruptiva, o qual aumenta a resistência do esmalte, é comprovado através de diversos trabalhos que demonstram que o aparecimento e a progressão da lesão de cárie estão diretamente relacionados com o período de maturação pós-eruptiva (BACKER, 1966; CURY, 2001; DRIESSENS et al., 1985; KOTSANOS; DARLING, 1991). A diminuição da porosidade do esmalte, também devido à maturação pós-eruptiva, foi demonstrada através de trabalhos sobre permeabilidade ao iodo (BRUDEVOLD; AASENDEN; BAKHOS, 1982) e pelos efeitos sobre a resistência elétrica (KATAOKA et al., 2007; SCHULTE; GENTE; PIEPER, 1999; TEN BOSCH; FENNIS-LE; VERDONSCHOT, 2000).

Por último, Arnold e Gaengler (2007) investigaram a distribuição do Ca, P e C na pré-dentina, dentina e esmalte de germes dentários e dentes permanentes humanos já formados e, pelos resultados obtidos, a quantidade total de Ca e P presente na dentina e esmalte dos dentes permanentes formados foi significativamente maior do que a encontrada nos germes dentários em desenvolvimento, existindo uma possível maturação do esmalte após a formação dos prismas de esmalte, apesar de os mecanismos de transporte de íons através do órgão do esmalte não esteja ainda bem definido. No entanto, a maioria dos estudos citados, considera principalmente a maturação em superfície do esmalte.

Linden (1968) e Schulte, Gente e Pieper (1999) sugerem que a maturação do esmalte ocorre apenas em superfície, não ocorrendo maturação do esmalte em profundidade. Os achados de Driessens et al. (1985) sugerem que a maturação pós-eruptiva acontece até uma profundidade de 10-30 μm no esmalte, ocorrendo um decréscimo na permeabilidade do mesmo, com a formação de fosfato de cálcio contendo pequena quantidade de minerais solúveis Na e Mg e, conseqüentemente, exibindo maior resistência à solubilidade da hidroxiapatita.

De acordo com Woltgens et al. (1981a), no geral, a desmineralização ocorre nas profundidades de 25 a 60 μm , sendo os 40 μm onde ocorre a máxima liberação, tanto de Ca quanto de P, dos dentes com menor idade pós-eruptiva, apresentando uma maior velocidade de desmineralização. Neste estudo, presumiu-se que a maior quantidade de hidroxiapatita defeituosa e solúvel presente nos dentes mais jovens, seja a causa do efeito de maior solubilidade inicial da relação Ca:P nos mesmos.

O presente estudo pode vir a justificar os resultados dos trabalhos citados, uma vez que, através da microdureza longitudinal, os resultados mostraram que o esmalte possui uma mineralização com tendência crescente dos seus valores com o passar dos anos, estatisticamente significante entre todos os grupos de idade estudados e em todas as profundidades analisadas. Além disso, pôde-se observar que a maturação ocorre em todas as profundidades de forma homogênea, tendo comportamento crescente de acordo com a idade pós-eruptiva, em todas as profundidades estudadas. Apenas nas distâncias de 110 e 220 μm quando comparados pré-molares de 2-3 anos com pré-molares de 4-10 anos, não houve diferença significativa ($p > 0.05$), sendo este achado insignificante clinicamente em relação aos resultados gerais do trabalho. Isto pode se justificar pelo fato de que as idades dos pré-molares de 2-3 anos e de 4-10 anos de erupção são bem próximas, existindo uma diferença de maturação não tão acentuada quando comparamos os dois grupos, possivelmente pela presença de um maior número de idades limítrofes entre os mesmos.

No estudo realizado por Geller et al. (2008) o esmalte incluso se mostrou menos mineralizado em toda sua extensão e foi observada uma maior diferença de volume mineral em relação aos demais grupos de idades nas camadas mais profundas (até 330 μm), principalmente em relação aos dentes com mais de 10 anos de erupção. Diante destes resultados duas hipóteses foram sugeridas. A primeira hipótese seria de que o esmalte incluso encontra-se menos mineralizado em toda a

sua extensão, sendo esta uma situação de normalidade para o estágio em que o dente se encontra. A segunda de que a superfície do esmalte no período da erupção encontra-se mais porosa e composta por cristais mais solúveis, permitindo uma maior desmineralização superficial e conseqüente penetração dos ácidos em profundidade.

Com o presente estudo, pôde-se comprovar que além da superfície do esmalte do dente incluso ser mais porosa no período da erupção, como demonstrado por Geller et al. (2008), ele encontra-se mais poroso em toda sua extensão, com diferença estatisticamente significativa entre todos os grupos de idade estudados e em todas as profundidades. No estudo realizado por Geller et al. (2008) a mensuração da microdureza longitudinal dos espécimes foi feita após os mesmos terem sido submetidos a alto desafio cariogênico, o que pôde influenciar nos resultados encontrados, em que se verificou diferença estatística apenas entre a dureza do grupo dos molares inclusos e os de mais de 10 anos de erupção.

Ainda, para cada grupo de idade pós-eruptiva, pôde-se observar que os valores de microdureza tendem a ser maiores, quanto maior a profundidade do esmalte, sendo esta diferença não estatisticamente significativa para quase todas as idades estudadas, a não ser entre a profundidade de 10 μm e o restante das profundidades para o grupo dos molares inclusos ($p < 0.05$) e, no grupo dos molares com mais de 10 anos entre as profundidades 10 μm e 70, 90 110 e 330 μm ; entre 30 μm e 70, 90, 110 e 330 μm e entre 50 μm e 70, 90 μm . Sugere-se que o esmalte incluso apresentou esta diferença significativa, pelo fato dos dentes inclusos serem mais porosos principalmente nas camadas mais superficiais até o período da erupção, tendo sua composição química alterada logo após este processo pelo contato direto e constante com a saliva.

No entanto, já para o grupo de pré-molares de 2-3 e 4-10 anos de erupção, a dureza nos 10 μm não teve diferença significativa em relação às demais profundidades, provavelmente pelo fato de estarem em contato constante com a saliva e já terem sofrido maturação suficiente, tornando a camada superficial mais mineralizada e com valores mais próximos das demais profundidades. Já para o grupo dos molares com mais de 10 anos observou-se diferença significativa entre as várias profundidades estudadas. Devido à grande variabilidade da amostra deste grupo, pela dificuldade de obtenção de dentes hígidos nesta faixa de idade, podendo existir dentes com 11 anos ou 20 anos de erupção no mesmo grupo, não se pode

tirar conclusões com relação à diferença estatística entre as diversas profundidades, apesar de seguirem o mesmo padrão de microdureza crescente observado nos demais grupos, quanto maior a profundidade do esmalte.

Futuros estudos precisam ser realizados para o melhor entendimento de como o processo de maturação pós-eruptiva ocorre. Dentre eles, sugere-se fracionar a distribuição dos grupos de idades pós-eruptivas, principalmente o grupo com mais de 10 anos, apesar da dificuldade de obtenção dos dentes. Além disso, pode-se comparar valores de microdureza longitudinal entre espécimes hígidos e após serem submetidos ao desafio cariogênico, utilizando-se para isto espécimes do mesmo dente e verificando-se o comportamento dos mesmos nas diferentes idades. Deve-se levar em consideração a dificuldade na realização deste tipo de trabalho, principalmente na obtenção de dentes hígidos já expostos na cavidade bucal e que tenham indicação para serem extraídos, necessários para a amostra.

Um melhor conhecimento da maturação pós-eruptiva do esmalte por meio de processos naturais ocorridos no mesmo logo após a erupção dentária auxilia o clínico, sobretudo o odontopediatra, na definição do período de maior suscetibilidade à cárie, estabelecendo assim programas e medidas preventivas eficazes. Além disso, auxilia na definição de medidas adotadas pela área da saúde coletiva para implementação de estratégias preventivas em um período crítico e de maior susceptibilidade para o desenvolvimento de lesões de cárie em pacientes jovens, logo após a erupção dos dentes, possivelmente com uma melhor relação custo benefício.

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

De acordo com a metodologia adotada na presente pesquisa, foi possível concluir que:

- ✓ Houve diferença entre a microdureza longitudinal dos espécimes com diferentes idades pós-eruptivas em todas as profundidades estudadas, mostrando um comportamento crescente de mineralização em profundidade.
- ✓ Pôde-se observar uma tendência crescente dos valores da microdureza quanto maior a profundidade, em todos os grupos de idade estudados.

Esses resultados permitem a rejeição das hipóteses nulas.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Aasenden R. Post-eruptive changes in the fluoride concentrations of human tooth surface enamel. *Arch Oral Biol.* 1975;20(5-6):359-63.

Arends J, ten Bosch JJ. Demineralization and remineralization evaluation techniques. *J Dent Res.* 1992;71 Spec No:924-8.

Arnold WH, Gaengler P. Quantitative analysis of the calcium and phosphorus content of developing and permanent human teeth. *Ann Anat.* 2007;189(2):183-90.

Backer OD. Posteruptive changes in dental enamel. *J Dent Res.* 1966;45(3):503-11.

Brudevold F, Aasenden R, Bakhos Y. A preliminary study of posteruptive maturation of teeth in situ. *Caries Res.* 1982;16(3):243-8.

Crabb HS. The porous outer enamel of unerupted human premolars. *Caries Res.* 1976;10(1):1-7.

Cury JA. Uso do flúor e controle da cárie como doença. In: Baratieri LN. *Odontologia restauradora: fundamentos e possibilidades.* 1 ed. São Paulo: Livraria Editora Santos; 2001. p. 31-68.

Driessens FC, Heijligers HJ, Borggreven JM, Woltgens JH. Posteruptive maturation of tooth enamel studied with the electron microprobe. *Caries Res.* 1985;19(5):390-5.

Ekstrand KR, Christiansen J, Christiansen ME. Time and duration of eruption of first and second permanent molars: a longitudinal investigation. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2003;31(5):344-50.

Fanning RJ, Shaw JH, Sognnaes RF. Salivary contribution to enamel maturation and caries resistance. *J Am Dent Assoc.* 1954;49(6):668-71.

Featherstone JD, ten Cate JM, Shariati M, Arends J. Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res.* 1983;17(5):385-91.

Fejerskov O, Josephsen K, Nyvad B. Surface ultrastructure of unerupted mature human enamel. *Caries Res.* 1984;18(4):302-14.

Fejerskov O, Nyvad B, Kidd EAM. Características clínicas e histológicas da cárie dentária. In: Fejerskov O, Kidd EAM. *Cárie Dentária: a doença e seu tratamento clínico*. 1 ed. São Paulo: Livraria Editora Santos; 2005.

Fraga ACA. Avaliação in vitro do efeito da profilaxia com jato de bicarbonato de sódio sobre o esmalte hígido e com lesão de cárie artificial e posterior remineralização [dissertação]. Bauru: Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2005.

Gangler P, Noren JG, Hoyer I, Bjarnason S, Kraft U, Odelius H, et al. Reactivity of young and old human enamel to demineralization. *Scand J Dent Res.* 1993;101(6):345-9.

Geller PD, Machado MAAM, Silva SMB, Abdo RCC, Lima JEO. Evaluation of superficial microhardness in dental enamel with different eruptive ages. *Braz Oral Res.* 2008;22(4):311-5.

Kaste LM, Selwitz RH, Oldakowski RJ, Brunelle JA, Winn DM, Brown LJ. Coronal caries in the primary and permanent dentition of children and adolescents 1-17 years of age: United States, 1988-1991. *J Dent Res.* 1996;75 Spec No:631-41.

Kataoka S, Sakuma S, Wang J, Yoshihara A, Miyazaki H. Changes in electrical resistance of sound fissure enamel in first molars for 66 months from eruption. *Caries Res.* 2007;41(2):161-4.

Kidd EA, Richards A, Thylstrup A, Fejerskov O. The susceptibility of 'young' and 'old' human enamel to artificial caries in vitro. *Caries Res.* 1984;18(3):226-30.

Kotsanos N, Darling AI. Influence of posteruptive age of enamel on its susceptibility to artificial caries. *Caries Res.* 1991;25(4):241-50.

Linden LA. Microscopic observations of fluid flow through enamel in vitro. *Odontol Revy.* 1968;19(4):349-65.

Paes Leme AF, Dalcico R, Tabchoury CP, Del Bel Cury AA, Rosalen PL, Cury JA. In situ effect of frequent sucrose exposure on enamel demineralization and on plaque composition after APF application and F dentifrice use. *J Dent Res.* 2004;83(1):71-5.

Peter EA. Estudo do efeito da saliva e do flúor, na recuperação da superfície do esmalte dentário desmineralizado submetido a profilaxia com jato de bicarbonato de sódio [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2006.

Ribeiro HZV. Avaliação do efeito da profilaxia profissional com jato de bicarbonato de sódio sobre o esmalte de dente bovino e do efeito remineralizador da saliva artificial. Estudo in vitro [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2005.

Schulte A, Gente M, Pieper K. Posteruptive changes of electrical resistance values in fissure enamel of premolars. *Caries Res.* 1999;33(3):242-7.

ten Bosch JJ, Fennis-le Y, Verdonchot EH. Time-dependent decrease and seasonal variation of the porosity of recently erupted sound dental enamel in vivo. *J Dent Res.* 2000;79(8):1556-9.

Ten Cate JM, Larsen MJ, Pearce EIF, Fejerskov O. Interações químicas entre o dente e os fluidos orais. In: *Cárie Dentária - A Doença e Seu Tratamento Clínico* 1ed. São Paulo: Santos Editora 2005.

Thylstrup A, Holmen L, Kragh F. A high-resolution SEM study of unerupted and newly erupted human enamel surfaces *J Ultrastruct Res*; 1984. p. 301.

Woltgens JH, Bervoets TJ, Witjes F, Driessens FC. Changes in the composition of the enamel of human premolar teeth shortly after eruption. *Arch Oral Biol.* 1981a;26(9):717-9.

Woltgens JH, Bervoets TJ, Witjes F, Driessens FC. Effect of post-eruptive age on Ca and P loss from human enamel during demineralization in vitro. *Arch Oral Biol.* 1981b;26(9):721-5.

Woltgens JH, Etty EJ, Geraets WG. Posteruptive age dependency of cariogenic changes in enamel of permanent teeth of children. *J Biol Buccale.* 1990;18(1):49-53.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Valores individuais da microdureza longitudinal de cada espécime das diferentes idades eruptivas, nas diferentes profundidades

Valores da microdureza longitudinal, expressos em KHN no esmalte humano, nas diferentes profundidades, para o grupo dos molares inclusos.

Profundidade														
(μm)	MI 1	MI 2	MI 3	MI 4	MI 5	MI 6	MI 7	MI 8	MI 9	MI 10	MI 11	MI 12	Média	dp
10	258	225	270	290	245	225	225	229	245	250	288	291	253,4	25,9
30	300	275	290	273	290	280	230	315	273	257	291	305	281,6	22,7
50	275	270	300	245	300	273	245	335	279	288	287	310	283,9	25,7
70	325	255	315	270	310	315	230	310	285	285	275	311	290,5	28,9
90	370	280	308	269	305	275	231	299	288	295	277	305	291,8	32,5
110	270	290	299	289	337	285	273	298	295	277	281	333	293,9	21,3
220	285	300	285	300	315	290	301	301	285	299	291	301	296,1	9,04
330	290	285	295	315	301	279	305	315	290	301	299	305	298,3	11,12

Valores da microdureza longitudinal, expressos em KHN no esmalte humano, nas diferentes profundidades, para o grupo dos pré-molares com 2-3 anos de erupção.

Profundidade														
(μm)	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	PM 7	PM 8	PM 9	PM 10	PM 11	PM 12	Média	dp
10	378	300	300	335	335	345	325	295	345	325	385	337	333,8	28,2
30	399	295	322	315	345	355	295	315	315	335	372	355	334,8	31,5
50	339	290	345	345	344	395	301	345	335	345	345	361	340,8	26,3
70	376	275	310	325	366	375	305	335	385	344	344	365	342,1	33,6
90	376	305	299	339	335	366	315	370	375	377	366	360	348,6	28,9
110	401	315	298	352	376	337	345	345	377	381	335	375	353,1	29,9
220	390	340	327	335	345	345	350	351	345	379	376	377	355,0	20,17
330	333	355	345	315	360	350	355	361	365	385	378	391	357,8	21,3

Valores da microdureza longitudinal, expressos em KHN no esmalte humano, nas diferentes profundidades, para o grupo dos pré-molares com 4-10 anos de erupção.

Profundidade (μm)	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5	PM 6	PM 7	PM 8	PM 9	PM 10	PM 11	PM 12	Média	dp
10	385	388	389	376	375	385	385	385	389	326	385	379,7	17,5
30	395	353	369	337	335	390	335	392	395	337	399	369,7	28,1
50	335	358	388	338	397	399	395	398	391	348	391	380,0	27,9
70	390	372	367	378	399	398	401	399	399	359	395	387,5	14,6
90	399	379	384	336	385	405	373	401	401	360	375	384,0	21,3
110	385	369	395	338	369	385	369	385	405	378	371	379,0	17,8
220	355	369	400	398	368	390	362	413	415	336	389	383,0	24,6
330	375	340	390	401	390	401	395	409	441	338	395	390,1	28,5

Valores da microdureza longitudinal, expressos em KHN no esmalte humano, nas diferentes profundidades, para o grupo dos molares com mais de 10 anos de erupção.

Profundidade (μm)	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	Média	dp
10	454	460	405	445	477	478	425	410	455	459	401	401	439,2	29,2
30	476	470	399	480	445	445	435	425	465	461	399	452	446,0	27,3
50	488	485	385	510	429	485	435	439	488	445	435	449	456,1	35,3
70	500	510	395	454	469	490	448	449	478	491	445	439	464,0	32,1
90	513	550	425	476	477	510	459	451	479	501	459	481	481,8	33,1
110	524	400	435	488	437	525	461	401	505	510	465	485	469,7	44,1
220	450	408	445	499	477	501	401	399	515	515	501	480	465,9	44,1
330	449	399	480	513	478	499	490	410	510	511	505	489	477,8	38,7

ANEXOS

ANEXO A – Aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa

Universidade de São Paulo
Faculdade de Odontologia de Bauru
Al. Dr. Octávio Pinheiro Brisolla, 9-75 – Bauru-SP – CEP 17012-901 – C.P. 73
PABX (0XX14)3235-8000 – FAX (0XX14)3223-4679

Comitê de Ética em Pesquisa (14)3235-8356
mferrari@fob.usp.br

Processo nº 119/2007

Bauru, 05 de novembro de 2007.

Senhor Professor,

Informamos que após o envio da documentação solicitada referente ao projeto de pesquisa encaminhado a este Comitê de Ética em Pesquisa "**Avaliação da microdureza longitudinal do esmalte de dentes com diferentes idades eruptivas**" de autoria de Cristiane de Almeida Baldini Cardoso, sob sua orientação foi novamente analisado e considerado **APROVADO** por este Colegiado, em reunião realizada no dia 31 de outubro de 2007.

Solicitamos que ao término do trabalho, seja enviado a este Comitê um relatório final para parecer do trabalho concluído o qual será utilizado para publicação em revista científica.

Atenciosamente,

Prof.ª Dr.ª Ana Lúcia Álvares Capelozza
Vice-Coordenadora, em exercício

Prof. Dr. José Eduardo de Oliveira Lima
Docente do Departamento de Odontopediatria, Ortodontia e Saúde Coletiva

ANEXO B – Instrumento de doação de dentes**INSTRUMENTO DE DOAÇÃO DE DENTES****Identificação do Doador**

Nome (legível): _____

Data de Nascimento: _____

Local: _____ UF: _____

RG nº: _____ CPF nº: _____

Endereço: _____ nº: _____

Cidade: _____ UF: _____ CEP: _____

Telefones para contato: _____

E-mail: _____

DECLARAÇÃO

Declaro ter sido esclarecido sobre os motivos que levaram a necessidade de remoção do(s) dente(s) _____ (código) e concordo que os mesmos sejam utilizados para a pesquisa “**Avaliação da microdureza longitudinal do esmalte de dentes com diferentes idades eruptivas**” desde que aprovada por um Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Fui ainda esclarecido que minha identidade não será divulgada por qualquer meio e que o material recolhido será utilizado unicamente para a presente pesquisa.

Bauru, _____ de _____ de 2007.

Assinatura