



BR0645218



BR0645218



**AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**

**AVALIAÇÃO CLÍNICA DA EFICIÊNCIA DO LASER DE Nd:YAG
ASSOCIADO AO FLÚOR FOSFATO ACIDULADO NA
PREVENÇÃO DE CÁRIES DE SULCOS E FISSURAS
DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES**

HELOÍSA GOMES DIMIRANDA BOARI

**Dissertação apresentada como parte
dos requisitos para obtenção do Grau
de Mestre em Ciências na Área de
Tecnologia Nuclear - Materiais.**

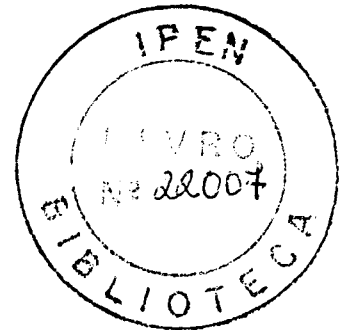
**Orientadora:
Dra. Denise Maria Zezell**

**São Paulo
2000**

INSTITUTO DE PESQUISA ENERGÉTICAS E NUCLEARES
AUTARQUIA ASSOCIADA À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

AVALIAÇÃO CLÍNICA DA EFICIÊNCIA DO LASER DE Nd:YAG ASSOCIADO AO FLÚOR
FOSFATO ACIDULADO NA PREVENÇÃO DE CÁRIES DE SULCOS E FISSURAS DE
CRIANÇAS E ADOLESCENTES

HELOISA GOMES DIMIRANDA BOARI



Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de Tecnologia Nuclear Materiais

Orientadora

Dra. Denise Maria Zezell

SÃO PAULO
2000

AVALIAÇÃO CLÍNICA DA EFICIÊNCIA DO LASER DE Nd:YAG ASSOCIADO AO FLÚOR
FOSFATO ACIDULADO NA PREVENÇÃO DE CÁRIES DE SULCOS E FISSURAS DE
CRIANÇAS E ADOLESCENTES

HELOISA GOMES DIMIRANDA BOARI

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de Mestre em
Ciências na Área de Tecnologia Nuclear Materiais

Orientadora

Dra. Denise Maria Zezell

SÃO PAULO
2000

Dedicatória

*Ao meu querido marido Zoroastro e aos meus
queridos filhos Carolina, Gustavo, Daniel e Fernando
pela paciência, incentivo e carinhos sempre presentes*

À minha querida mãe pelo estímulo e carinho.

*À memória de meu pai, sempre presente, pela
sua dedicação*

Agradecimentos

À Profa. Dra. Denise Maria Zezell

Pela incansável orientação e dedicação sempre presentes nas horas mais difíceis. Pelo apoio e amizade incondicionais. Pela justiça de suas atitudes. Pelo carinho e dedicação a seus orientados.

Meus sinceros agradecimentos por ter me ajudado a superar esta etapa.

Ao Prof. Dr. Carlos de Paula Eduardo

Pela inestimável colaboração com idéias e sugestões. Por ter oferecido a utilização dos equipamentos do LELO (Laboratório Especializado em Laser em Odontologia) para a realização da parte clínica deste trabalho. Enfim por ter nos honrado com sua presença participativa em todas as etapas deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos.

À Profa. Dra. Miriam Lacalle Turbino,

Pela atenção e auxílio dadas à parte estatística deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

Ao Prof. Edmir Matson, pela atenção e colaboração sempre presentes.

Ao Prof. Dr. Júlio Wilson Vigoritto pela sua atenção em nos conceder o acesso às salas de radiografias do Departamento de Odontopediatria e Ortodontia da FOUSP.

Ao Técnico de apoio à pesquisa e ensino Edilson Lopes Rodrigues por nos ter facilitado o acesso às salas de radiografias do Departamento de Odontopediatria e Ortodontia da FOUSP.

Ao Dr. Eduardo Bortolli Groth pelas sugestões e pela realização da documentação fotográfica.

Ao Dr. Nilson Dias Vieira Jr. pela atenção e dedicação.

À Dra. Marta Marques Ferreira Vieira pela atenção e colaboração.

Aos Drs. Armando Mirage e Niklaus U. Wetter.

À Lea Sarita e ao Celso pelo trabalho de Microscopia Eletrônica de Varredura.

Aos colegas: Cláudia, Marcelo, Patrícia, Ricardo, Walter, Tarso, Sandro e em especial à Andréa, Daniela, Luciano, Martha, e Paulo,

Às secretárias da CPG: Eliana, Vera e Ana pela atenção e eficiência

À Elsa e Edna pela atenção sempre presentes.

*A todos os **pacientes** que colaboraram participando até o final desta pesquisa, pois sem eles esta não teria sido realizada.*

*À **D. Jurema**, minha sogra pelo estímulo sempre presente.*

*Às empresas que colaboraram com doação de material para a realização deste trabalho: **Degussa** Divisão de produtos Odonotológicos; **Dentsplay**; **D.F.L. Ind. E Comércio**; **Bio-service**, produtos médicos e hospitalares; **G.N. injecta e 3 M do Brasil**.*

*A todos da **FOUSP** e do **IPEN** que contribuíram para a realização deste trabalho.*

*Ao **CNPq** pelo apoio financeiro.*

Enfim a todas as pessoas que ajudaram direta ou indiretamente na elaboração deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A cárie dental	1
1.1.1. Definição	1
1.1.2. Fatores etiológicos e prevenção	3
1.1.3. Diagnóstico de lesões iniciais de cáries	12
1.1.3.1. Exame clínico	14
1.3.1.1.1. Inspeção visual	14
1.3.1.1.2. Inspeção tátil	16
1.1.3.2. Exame radiográfico	16
1.1.3.3. Resistência elétrica	19
1.1.3.4. Fluorescência induzida por laser	20
1.1.4. Tratamento	22
2. LASERS EM ODONTOLOGIA	25
2.1. Lasers em prevenção de cáries	31
2.1.1. Laser de Neodímio	32
2.1.2. Laser de CO ₂	39
2.1.3. Laser de Argônio	43
2.1.4. Laser de Hólmio	44
2.1.5. Laser de Érbio	44
2.2. Resposta pulpar à ação dos lasers	48
3. PROPOSIÇÃO	51
4. ESTUDOS PRÉ-CLÍNICOS DOS MÉTODOS POTENCIALIZADORES DOS EFEITOS DO LASER DE NEODÍMIO EM TECIDOS DUROS	53
4.1. Materiais e métodos	55
4.1.1. Materiais	55
4.1.2. Métodos	57
4.2. Resultados dos estudos pré-clínicos	60
4.3. Discussão dos estudos pré-clínicos	67

4. 4. Conclusão dos estudos pré-clínicos	68
5. MATERIAIS E MÉTODOS	71
5.1. Materiais	71
5.1.1. Características do laser	73
5.2. Métodos	75
5.2.1. Seleção dos pacientes	75
5.2.2. Exame clínico	76
5.2.3. Irradiação com laser	76
5.2.4. Periodicidade da avaliação dos resultados	77
6. RESULTADOS	85
6.1. Resultados quantitativos	85
6.2. Avaliação estatística dos resultados	93
7. DISCUSSÃO	103
8. CONCLUSÃO	111
9. ANEXOS	113
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123

AVALIAÇÃO CLÍNICA DA EFICIÊNCIA DO LASER DE Nd:YAG ASSOCIADO AO FLÚOR FOSFATO ACIDULADO NA PREVENÇÃO DE CÁRIES DE SULCOS E FISSURAS DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES.

HELOISA GOMES DIMIRANDA BOARI

RESUMO

A prevenção de cáries por irradiação do esmalte dental com alguns tipos de lasers têm sido exaustivamente pesquisados nas últimas três décadas. O laser de Nd:YAG tem se apresentado como um laser bastante promissor para a prevenção de cáries, especialmente se associado ao flúor fosfato acidulado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar clinicamente a eficiência do laser de Nd:YAG, associado ao flúor fosfato acidulado, na prevenção de cáries de sulcos e fissuras de crianças e adolescentes. Neste trabalho também foi avaliado e determinado o pigmento potencializador mais adequado dos efeitos do laser de Nd:YAG sobre o esmalte dental.

Foram selecionados 242 dentes molares e pré-molares de 33 crianças e adolescentes, com idades variando entre 7 e 15 anos. Os dentes estavam livres de cáries e de manchas de descalcificação ao exame clínico e radiográfico e foram divididos em dois grupos. O primeiro grupo foi irradiado e seus homólogos serviram como controle.

Nos dentes do primeiro grupo, do hemiarco direito, foi aplicado laser de Nd:YAG na presença de um pigmento fotoabsorvedor previamente pesquisado e preparado com carvão em pó misturado a partes iguais de água e álcool. As condições de irradiação foram energia de 60 mJ, frequência de 10 Hz, fibra óptica com diâmetro de 300 μm , potência média de 0,6 W, resultando em densidade de energia 84,9 J/cm^2 . O laser foi aplicado em movimentos de varredura sobre toda a superfície oclusal dos dentes, especialmente nas vertentes e fundo dos sulcos e fissuras. Este procedimento foi repetido por três vezes. Depois foi aplicado o flúor fosfato acidulado por 4 minutos. No segundo grupo, hemiarco esquerdo, foi aplicado somente o flúor fosfato acidulado pelo mesmo tempo e os dentes foram considerados como controle.

Para a avaliação final, após um ano foram consideradas a presença de cáries e manchas brancas ativas, sobre as superfícies oclusais dos dentes selecionados. O resultado final indicou diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% entre o grupos laser + flúor e o grupo controle.

O presente estudo concluiu que a técnica utilizada pode ser considerada como um método alternativo para a prevenção de cáries oclusais.

Nd:YAG LASER IN CARIES PREVENTION: A CLINICAL STUDY

HELOISA GOMES DIMIRANDA BOARI

ABSTRACT

The caries prevention by using laser irradiation has been investigated during the last 30 years. The Nd: YAG laser associated with acidulated phosphate fluoride has been shown as a very promising technique for enamel caries prevention.

The aim of this work was to clinically evaluate the efficiency of Nd:YAG laser associated with acidulated phosphate fluoride in pit and fissure caries prevention of children and adolescents.

In this work it was determined the dye that enhance the effect of Nd:YAG laser in enamel. It was selected 242 pre-molar and molar teeth from 33 children and adolescents, aged from 7 to 15 years old. The selected teeth were free from caries or decalcification marks (active white marks) to the clinical and radiographic exams. The teeth were divided into two groups: the first group was laser irradiated and their homologous remained as a control.

The right side teeth were dye-assisted Nd:YAG laser irradiated. The dye solution was a moisture of dust coal and equal parts of water and alcohol. The irradiation conditions were 60 mJ/10Hz, optical fiber in contact mode, with diameter of 300 μm , resulting in an energy density of 84,9 J/cm^2 . The occlusal surface of the teeth was completely irradiated, specially on the slopes and in the deepest part of the pits and fissures. This procedure was repeated three times. In the sequence it was applied the acidulated phosphate fluoride for 4 minutes. On the left side teeth - control group- only acidulated phosphate fluoride was applied for the same time.

The final examination considered the presence of caries and active white marks after a period of one year. There were statistical significant differences ($p < 0.01$) between the lased + fluoride group and the non irradiated group.

The present study concluded that the technique used in this work can be an alternative clinical method for caries prevention.

1. INTRODUÇÃO

1.1. A cárie dental

1.1.1. Definição

A cárie dental é um processo patológico multifatorial, ou seja, é uma doença bacteriana infecto-contagiosa influenciada pelos fatores salivares e dieta, que se manifesta clinicamente por perdas de minerais localizadas, resultando na destruição dos tecidos dentários. Basicamente, esta destruição é resultado de um desequilíbrio do processo dinâmico que ocorre entre as substâncias mineralizadas do dente e o fluido da placa dental adjacente (ambiente bucal). A prevalência da cárie é cumulativa - aumentando com o evoluir da idade, especialmente quando não controlada.

As cáries dentárias parecem estar associadas ao homem desde o período Paleolítico, tendo sua incidência aumentada no período Neolítico. No homem antigo, as cáries localizavam-se mais freqüentemente na junção amelocementária, já no homem moderno, sua localização mais comum é nos sulcos e fissuras e nas faces proximais dos dentes¹.

A busca para o esclarecimento desta lesão dentária em que, paradoxalmente, os dentes podem ter uma rápida progressão de destruição *in vivo* e serem indestrutíveis após a morte, vêm desde a época dos Sumérios¹. Várias foram as teorias elaboradas durante estes séculos na tentativa de explicar uma doença tão complexa como a cárie dentária.

Atualmente sabe-se que vários são os fatores responsáveis pelo desenvolvimento da doença cárie e que estes precisam agir concomitantemente para que a doença se instale. Na ausência de qualquer um destes fatores, o desenvolvimento da doença fica comprometido, não tendo condições de se instalar ou progredir.

O esmalte dental, com 95% de matéria inorgânica, apresenta uma estrutura porosa que é resultado da união dos cristais de hidroxiapatita densamente agrupados. Entre um cristal e outro há um espaço que é preenchido por água e material orgânico: proteínas e elamelinas (polissacarídeos de alto peso molecular, que se ligam fortemente às superfícies dos cristais de apatita)². O esmalte está em constante atividade metabólica, ou seja, está sempre trocando íons com o meio ambiente, através de seus microporos³. Este fenômeno dá origem a um processo de desmineralização e remineralização natural de defesa do esmalte contra eventuais ataques ácidos. Portanto, a integridade do esmalte dental depende do equilíbrio dinâmico dos ciclos de des-remineralização. O rompimento deste equilíbrio por parte de qualquer um dos fatores supra citados pode acarretar a desmineralização do esmalte e o conseqüente aparecimento de lesão cáries. O pH bucal crítico é o pH no qual a saliva é exatamente saturada no que se refere à apatita do esmalte, e está em torno de 5,3 a 5,5. O esmalte dentário pode se dissolver abaixo do pH crítico e, ao contrário, o esmalte tende a se remineralizar com o pH acima do valor crítico. O pH crítico depende das concentrações de cálcio e fosfatos na saliva e no fluido da placa bacteriana⁴.

No meio bucal onde o pH da placa for de 5,3 a 5,5, ocorrerá condições super saturantes dos íons da saliva, (íons de cálcio e fosfato), em relação aos componentes do esmalte/hidroxiapatita, portanto, quando a quantidade de íons perdidos for igual à quantidade de íons ganhos, o processo de des-remineralização se encontrará em equilíbrio. Ocorrerá a desmineralização do esmalte quando o pH da placa for menor ou igual a 5,5 ou a remineralização quando o pH for maior ou igual a 5,5⁴. Já no meio ambiente bucal onde o pH é menor ou igual a 5,5 ocorre o acúmulo de ácidos na placa bacteriana. A composição da saliva em cálcio e fósforo torna-se subsaturante em relação ao produto de solubilidade da hidroxiapatita. Neste caso, a tendência físico-química é o esmalte dental perder cálcio e fosfato para o meio, tentando atingir um novo equilíbrio em função do pH. Desse modo, a quantidade de íons perdidos é maior que a quantidade de íons ganhos, há um rompimento do equilíbrio dinâmico e o tecido dental cede mineral para o fluido da placa (meio ambiente). Forma-se uma lesão subsuperficial, tornando a superfície do esmalte mais porosa. O efeito cumulativo de uma longa série de períodos de dissolução do esmalte, com baixo pH e precipitação parcial de

cálcio e fosfato, quando o pH aumenta, tem como consequência final a formação de uma lesão subsuperficial com abertura de vias de comunicação entre os prismas do esmalte, o que vai gradativamente culminar com uma superfície mais porosa caracterizada por uma mancha branca ⁴.

1.1.2. Fatores etiológicos e prevenção

A microbiota cariogênica e a presença de placa bacteriana são considerados fatores primários para o desenvolvimento da cárie; a dieta e os constituintes salivares são os fatores moduladores sendo o flúor e a higiene oral os fatores modificadores ⁵.

Quanto mais precoce for a infecção por microorganismos, ou seja, quanto mais cedo for a sua inoculação na cavidade oral, especialmente as bactérias do tipo estreptococos grupo mutans, melhores serão as condições para se instalar uma super população bacteriana. As bactérias se aderem à película dental formando colônias denominadas placas bacterianas. Quanto mais precocemente ocorrer esta infecção, maior será a quantidade de bactérias que o indivíduo terá em sua vida adulta e, portanto, maior será a possibilidade de formar grandes quantidades de placa bacterianas. As bactérias desse grupo são acidogênicas e acidúricas, produzem e sobrevivem em ambientes ácidos. Na presença de substratos ricos em sacarose essas bactérias os metabolizam produzindo ácidos, que facilitam ainda mais a sua aderência à placa, tornando as placas mais porosas, e contribuindo para um maior fluxo de sacarose para o seu interior ⁶.

A quantidade de fluxo salivar e a composição da saliva compõem os fatores salivares e vão determinar a sua capacidade tampão, com a finalidade de tentar manter estável o pH da cavidade bucal. Uma das funções do fluido é a de diluir as substâncias introduzidas no interior da cavidade oral. Portanto, um alto índice de fluxo salivar resultará em maior eficiência para remover carboidratos e outras substâncias da cavidade oral ⁷.

A dieta exerce papel fundamental no desenvolvimento da cárie dentária. Nota-se, historicamente que, à medida em que os alimentos naturais, mais

fibrosos, foram sendo substituídos por produtos industrializados, com maior teor de hidratos de carbono, ocorreu um grande aumento na incidência da doença cárie. A frequência da ingestão, a qualidade e a consistência do alimento (líquido ou sólido) à base de sacarose contribuem em maior ou menor grau para a difusão da sacarose para o interior da placa bacteriana alterando assim o equilíbrio des-mineralização.

A higiene oral atua desagregando a estrutura da placa bacteriana impedindo que ela se torne uma placa madura, onde a possibilidade de estabilização interna do pH em relação ao meio bucal é mais difícil e lenta. Neste caso as bactérias estão em maior quantidade, com uma outra diversidade e com uma estrutura mais fortemente organizada. A placa bacteriana madura é também mais porosa, facilitando ainda mais a difusão da sacarose do meio bucal para o seu interior⁸.

O flúor presente durante a fase de formação e mineralização da hidroxiapatita fica firmemente aderido a esta, formando a fluorapatita e não pode ser extraído a menos que o cristal seja dissolvido^{4, 9}. Mesmo numa região de água fluoretada a fração de fluorapatita formada no esmalte dental é pequena. Até pouco tempo atrás acreditava-se ser este o método mais eficaz de aplicação de flúor. Está comprovado que indivíduos que nasceram e cresceram em regiões onde o flúor foi consumido diariamente, quando passaram períodos longe destas regiões desenvolveram lesões de cáries em grau semelhante à população de regiões de águas não fluoretadas⁹.

O processo de maturação do esmalte dental é o processo onde elementos como carbonato de cálcio são dissolvidos e liberados para o meio bucal e são retidos elementos com grande afinidade com a apatita, como por exemplo o íon flúor. O flúor usado topicamente na superfície do esmalte dental, durante esse período, favorece a formação de fluoreto de cálcio, que é o principal produto da reação do flúor com a apatita, que se precipita na forma de glóbulos¹⁰. Logo após, ocorre a deposição de cálcio e fósforo da saliva sobre a superfície desse precipitado formando uma camada protetora de cálcio que reveste o fluoreto de cálcio e diminui a sua solubilidade no meio bucal¹¹. Este fato cria um reservatório de flúor, regulado pelo pH, que liberaria o fluoreto em pH baixo, mas que o retém sobre o esmalte durante a absorção de fosfatos em condições de pH favorável¹⁰.

Nos microporos do esmalte se formam maiores quantidades de fluoreto de cálcio após a aplicação de flúor concentrado. Nesses lugares mais inacessíveis o fluoreto de cálcio pode persistir durante bastante tempo com liberação mais prolongada de flúor⁹. A dissolução do fluoreto de cálcio é o fator mais importante para a prevenção da cárie pois apenas o radical de flúor livre tem efeito na solubilidade do esmalte¹².

O flúor age diminuindo o pH em que ocorrem as primeiras descalcificações. Na presença do flúor, o pH para que ocorra a desmineralização do esmalte diminui de 5,5 para 4,5. Portanto na presença de flúor ocorre menor perda mineral, pois como o pH necessário para iniciar a perda de minerais é menor, há um maior intervalo de tempo para que o efeito tampão da saliva ocorra e o pH volte às condições favoráveis⁴.

Na fase de remineralização do ciclo des-remineralização ocorre uma reestruturação dos cristais de hidroxiapatita com o flúor presente no meio bucal, favorecendo o revestimento dos cristais de apatita com flúor. Estes começam então a ter um comportamento de fluorapatita. O flúor presente na saliva também atua perturbando a colonização bacteriana, seu crescimento e a fermentação de hidratos de carbono. Em pH baixos os íons flúor do fluido da placa atuam no sentido de impedir uma diminuição posterior desse pH⁴.

Birkeland and Charlton¹³ demonstraram que a atividade dos íons flúor no fluido da placa é maior quando o pH da mesma cresce numa relação linear.

Como a cárie dentária é uma doença multifatorial e complexa, em função dos vários fatores que agem simultaneamente em seu desenvolvimento, é adequado afirmar que para a sua prevenção ou diminuição acentuada de sua incidência deve-se atuar simultaneamente em um ou mais fatores responsáveis pelo seu desenvolvimento.

Todas as estratégias de prevenção de cáries visam ou aumentar a resistência do esmalte do hospedeiro à ação dos ácidos produzidos pelos microorganismos da placa, ou diminuir o poder patogênico desta mesma placa (pela diminuição do número de placas ou da quantidade de microorganismos da mesma) ou ainda evitando a presença prolongada e freqüente de substratos cariogênicos, no caso

mais específico, a sacarose, que possam ser degradados em ácidos pelas bactérias da placa bacteriana.

Para diminuirmos o poder agressivo da placa bacteriana podemos diminuir-lhe a quantidade, por meio de escovações regulares dos dentes e o uso do fio dental e palitos, principalmente em áreas onde há maior acúmulo de placa, ou seja, áreas retentivas. Esta ação mecânica, por si só, irá promover um desarranjo da placa bacteriana e uma diminuição na sua quantidade evitando que na maioria dos casos, ela se torne uma placa mais espessa, ou seja uma placa madura, que tem sua agressividade acentuada pois permite maior difusão de sacarose para o seu interior e, portanto, o pH permanece baixo por mais tempo. Em muitas das vezes, tendo em vista as dificuldades de execução dos meios mecânicos para o controle da placa há a necessidade de associarmos a esta desagregação mecânica substâncias que possam agir sobre a mesma interferindo no seu metabolismo e formação, principalmente em pacientes mutans milionários, onde somente a remoção mecânica não é suficiente para o ideal controle da placa. Nem sempre é possível, conseguir a motivação necessária do paciente para este empreendimento.

Em casos desta natureza, onde somente o adequado controle mecânico da placa realizado pelo próprio paciente for difícil de ser obtido, pode-se lançar mão de agentes quimioprolifáticos ou quimioterápicos que são definidos como qualquer composto que tenha a capacidade de intervir na atividade metabólica ou adesão das bactérias à placa bacteriana ¹⁴.

Atualmente, o composto mais utilizado e o mais potente é a clorexedina. Este composto atua sobre a membrana celular bacteriana provocando distúrbio na sua função e com extravasamento dos conteúdos celulares. Em concentrações baixas apresenta efeito cariostático. Ela também age inibindo as energias essenciais para o acúmulo bacteriano nas superfícies dos dentes ¹⁴. Outro modo de ação é o de reduzir a atividade metabólica das bactérias da placa ¹⁵. A clorexedina comercialmente se apresenta em forma de géis e vernizes para uso profissional e em forma de soluções para o uso pelo próprio paciente. O ideal é que sejam ministrados a pacientes que apresentem alto risco de cáries, com a finalidade de diminuir drasticamente o desenvolvimento de lesões cariosas com redução da população dos estreptococos grupo mutans. Como efeitos colaterais da utilização

desta substância apresentam-se somente efeitos locais tais como leve pigmentação dos dentes, distúrbios no paladar e gosto amargo, e que são reversíveis quando se deixa de utilizá-la.

S. Twetman e L. G. Peterson¹⁶ compararam a eficácia de três preparos de clorexedina no decréscimo do nível de estreptococos grupo mutans na saliva e na placa interdental, concluíram que os níveis destas bactérias na saliva foram mais eficientemente diminuídos pelo uso diário de pasta dental com clorexedina, enquanto os sítios interdentais foram menos afetados à ação dessa substância e o resultado final independeu do tipo de preparo da clorexedina (gel, pasta ou verniz).

Kashani et al¹⁷ encontraram pequena diminuição na população dos estreptococos grupo mutans e declínio de pouca duração no pH da placa, quando palitos interdentais impregnados com fluoreto estanhoso e clorexedina foram usados como complementares da higiene bucal.

O triclosan é um agente não iônico também muito utilizado atualmente em soluções anti-sépticas e pastas dentais com o intuito de diminuir a formação de placas bacterianas, uma vez que apresenta ação bacteriostática em baixas concentrações¹⁴ e também ação bactericida.

O triclosan tem ação sobre a membrana citoplasmática dos microorganismos, promovendo a lise bacteriana¹⁴. Foi muito utilizado como anti-séptico e conservante em sabões e fórmulas dermatológicas. Atualmente é utilizado em hospitais como desinfetante, anti-séptico e degermantes. Um estudo clínico de seis meses de uso demonstrou que não há alterações ecológicas com a utilização do triclosan e não houve relatos de crescimento de população triclosan resistente¹⁴.

Saba-Chujfí et al¹⁸ em 1998 associaram o triclosan ao gantrez (copolímero) e ao flúor, numa solução destinada a bochechos para controle químico da placa. Essa associação apresenta ação sinérgica, atuando satisfatoriamente como auxiliar da higiene bucal.

Existe ainda um grande número de agentes quimioterápicos, mas a maioria dos agentes desta natureza apresenta ação antimicrobiana não específica, podendo, portanto, causar um desequilíbrio ecológico bucal desfavorável. Além disso, pode-se esperar que qualquer agente químico que afete as células microbianas devam apresentar efeitos prejudiciais às células do hospedeiro. O uso desse tipo de composto deve, então, ser restrito a indivíduos onde balanço entre os efeitos prejudiciais e favoráveis falem a favor do composto quimioterápico. Devem ser prescritos em situação de exceção ou por períodos de tempo restrito, como por exemplo: pessoas submetidas a radiações, pessoas com próteses, implantes, aparelhos ortodônticos, períodos pré e pós cirúrgicos, etc. No entanto, para uma ampla e indiscriminada aplicação na população, os agentes quimioterápicos não são recomendáveis.

O xylitol é um álcool que não é fermentado por muitos microorganismos da placa, não ocorrendo a formação de ácidos no interior da placa, portanto não é cariogênico. Têm sido atribuídas a ele propriedades anticariogênicas, como também redução dos estreptococos grupo mutans e diminuição do desenvolvimento de gengivites. Porém, em estudo duplo cego, E. Giertsen¹⁹ montou um programa onde um grupo fazia bochechos com solução à base de xylitol, outro grupo com xylitol associado ao flúor e um terceiro grupo de controle. Não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre os três grupos. O xylitol não alterou o acúmulo de placa dental, o desenvolvimento de gengivite, a ação acidogênica da placa ou o fluxo salivar.

O uso do flúor sistêmico foi durante muito tempo considerado como o modo ideal de prevenção, porém, esse conceito foi substituído pelo fato de que atualmente sabe-se que as aplicações tópicas de flúor são, sem dúvida alguma, a forma mais importante do uso desse elemento na prevenção de cárie⁴.

A fluoretação artificial das águas pode ainda ter algum benefício naquelas populações onde a higiene oral é precária e onde outros métodos de prevenção são de difícil acesso à população. No entanto, deve ser levada em consideração a funcionabilidade deste sistema de abastecimento e tratamento de água e da possibilidade de risco desse flúor incorporado ao dente em idades tão precoces causar certo grau de fluorose mais ou menos severa. O flúor adicionado à água de

abastecimento age por meio de três mecanismos: (1) ação tópica direta do flúor incorporado à água em contato direto com os dentes ou por meio dos alimentos; (2) ingestão do flúor passando para a corrente sanguínea onde é eliminado pelo fluido gengival tendo novamente uma ação localizada²⁰; (3) ingestão do flúor e incorporação à hidroxiapatita durante a sua formação.

Oliveira et al²¹ encontraram uma diminuição do índice de CPO-D (dentes cariados perdidos e obturados) em torno de 42,09% em crianças de seis a doze anos de idade após oito anos de fluoretação das águas de abastecimento público na Regional de Barreiro, Belo Horizonte, Minas Gerais

Segundo Koch et al⁹, o uso do flúor tópico na prevenção de cáries parece surtir efeito em torno de vinte a quarenta por cento, sem diferenças significativas quanto ao tipo de aplicação do flúor - na forma de gel ou de vernizes. A periodicidade das aplicações de flúor deve ser função direta das necessidades de cada paciente. Em pacientes com alto índice de cáries, essas aplicações devem apresentar periodicidade baixa, já em pacientes com baixos índices de cáries essa periodicidade poderá ser alta. Por exemplo, em pacientes radioterapizados, as aplicações tópicas de flúor podem ser associadas à clorexedina, e devem ser freqüentes, na tentativa de se evitar a cárie de radiação. Com a finalidade de se facilitar o uso do flúor e de o tornar mais eficaz, foram desenvolvidos soluções para bochechos, para uso domiciliar diariamente ou em escolas semanalmente, mas o uso crescente de dentifrícios fluoretados, onde cada vez mais se consegue estabilizar o flúor no creme dental, tornou desnecessário o uso de soluções fluoretadas, pois, se o indivíduo escovar os dentes duas vezes ao dia com pasta fluoretada estará mais bem protegido do que se fizer somente bochechos de soluções fluoretadas. O uso adicional dos bochechos tem ação limitada no benefício da prevenção. Deste modo fica restrito a sua indicação a pacientes com alto risco da doença e em situações individualizadas: logo após a erupção dental; pacientes com deficiência salivar; após cirurgias com exposição radicular; após instalação de próteses fixas e próteses removíveis; indivíduos com distúrbios de alimentação ou mudanças no estilo de vida; indivíduos mental e ou fisicamente comprometidos.

Outra forma de prevenção constitui na aplicação de substâncias que impeçam a adesão de bactérias em nichos naturais dos dentes tais como sulcos e fissuras da superfície oclusal. Tais nichos são locais apropriados para o desenvolvimento de microorganismos. Inclui-se aqui o uso de selantes resinosos ou ionoméricos na superfície oclusal dos dentes obliterando os sulcos e fissuras. Os selantes foram desenvolvidos na década de 70 e são considerados excelentes métodos de prevenção de cáries oclusais, porém o fator que vai determinar a sua eficácia será o seu grau de retenção. Esta retenção depende basicamente das condições de aplicação do operador. Os selantes resinosos ou ionoméricos são altamente suscetíveis à umidade durante a sua aplicação. Em dentes recém erupcionados o controle da umidade é um fator crítico ⁶.

A época ideal para se fazer um selamento seria o período desde o início da erupção do dente até a sua oclusão funcional ²², porém alguns autores sugerem que sejam aplicados por um período maior de tempo pois as cáries oclusais podem acometer adolescentes e adultos ²³.

Os selantes resinosos apresentam um maior grau de retenção às fossas e fissuras enquanto que os selantes ionoméricos apresentam a sua efetividade associada a liberação de flúor. Atualmente também existem selantes resinosos associados ao flúor. A liberação do flúor é mais ativa nos primeiros momentos da aplicação do selante e parece que as porções adjacentes ao selante são mais protegidas e com menor possibilidade de desmineralização se comparadas com outras regiões ⁶.

Muitos cirurgiões dentistas demonstraram preocupação diante da possibilidade de que cáries subclínicas pudessem ficar ocluídas pelo selante. No entanto, estudos clínicos indicam que cáries não progridem nos dentes selados e as bactérias, nestas circunstâncias, podem morrer e até haver uma remineralização das cáries sob selantes intactos ²⁴. Conclui-se que o sucesso para a prevenção com selantes vai depender de uma contínua manutenção do mesmo e da cuidadosa observância da técnica na aplicação.

Uma dieta nutricional adequada tem papel importante durante a formação do dente, porém terá pouca influência no processo cárie, e que apenas as

propriedades físicas e químicas dos alimentos juntamente com a fisiologia salivar terão importância local na instalação da doença ²⁵.

A sacarose é considerada atualmente o alimento mais cariogênico, e quando associado a um amido se torna mais cariogênica do que isoladamente ⁵. Vale a pena frisar que a forma de apresentação é muito importante. Na forma líquida e em frutas e vegetais ela é mais facilmente eliminada pelo fluxo salivar (aproximadamente cinco minutos), do que na forma de balas e confeitos pegajosos que permanecem mais tempo (mais ou menos quarenta minutos) ⁵.

A sacarose é o principal substrato usado pelas bactérias estreptococos do grupo mutans da placa bacteriana sendo que quando metabolizadas induzem a uma queda no pH pela formação de ácidos. A sacarose pode ser armazenada na forma de polissacarídeos intracelulares e, é também um substrato específico para a formação de polissacarídeos extracelulares insolúveis que aumentam a viscosidade da placa, facilitando a aderência microbiana à mesma ²⁵.

Além da sacarose outros tipos de açúcar que também apresentam potencial cariogênico, mas com menor intensidade são glicose, frutose, lactose, galactose, maltose ²⁵.

A frequência da ingestão da sacarose é também bastante crítica no que concerne ao aumento da cariogenicidade desta. Deste modo, para uma redução efetiva do número de cáries de um paciente altamente suscetível recomenda-se que ele diminua a ingestão de sacarose e afins e que esta ingestão (quantidade e frequência) não seja feita entre as principais refeições ²⁵.

Além disso, pode-se usar de artifícios que aumentem o fluxo salivar e, portanto diminuam o tempo de permanência das substâncias cariogênicas na saliva tais como: goma de mascar sem açúcar, alimentos fibrosos, vegetais, além do procedimento de escovação dentária ou de um simples bochecho com água.

O controle mecânico da placa tem papel muito importante no controle da placa bacteriana. Por controle mecânico se entende o uso da escova dental, fio e outros apetrechos destinados a desorganizar a placa bacteriana. Segundo Y.

Buishi²⁶ mais importante do que a frequência desse controle é a qualidade do mesmo.

Para Cury²⁷ o uso rotineiro de dentifrícios fluoretados foi um dos mais importantes fatores que contribuíram para a mudança do perfil da cárie do brasileiro. O aumento do número de cáries, do tamanho de lesões primárias bem como das cáries recorrentes é influenciado significativamente pela maneira de como a boca é enxaguada após a escovação, pois quanto menor o volume de água utilizado para o enxagüe maior a quantidade de flúor que ficará retido na boca e portanto aumentará a ação cariostática do dentifrício fluoretado.

Nas últimas três décadas vários tipos de lasers têm sido exaustivamente pesquisados quanto à sua capacidade de alteração física e química da superfície do esmalte dentário, visando a prevenção de cáries, por este motivo, serão amplamente descritos e discutidos ao longo deste trabalho.

1.1.3. Diagnóstico de lesões iniciais de cáries

A palavra diagnóstico tem origem grega, e significa “através do conhecimento”, ou seja, o processo de diagnóstico visa, por meio da observação dos sinais e da coleta de dados sobre os sintomas, chegar à conclusão sobre o estágio da doença, neste caso, a cárie. Baseados no diagnóstico, instituir o melhor plano de tratamento para o indivíduo em questão e formular o seu prognóstico.

Segundo Gröndahl²⁸ o processo de diagnóstico visa separar indivíduos que possuem a doença cárie daqueles que não a possuem, ou separar os diversos estágios da doença num mesmo indivíduo ou ainda traçar objetivos quanto ao plano de tratamento. Sendo assim o diagnóstico é utilizado com as seguintes finalidades:

- ✓ Estabelecer presença de lesões cariosas em dentes com suspeita de cárie.
- ✓ Determinar a extensão da lesão.
- ✓ Selecionar o tratamento visando o melhor prognóstico.

- ✓ Monitorar a eficiência do tratamento preconizado e avaliar a sua eficácia.
- ✓ Verificar a presença de lesões cariosas numa população sem sinais e sintomas, para um procedimento de seleção.
- ✓ Pesquisar a presença de indivíduos de alto risco para futura cáries, tentando imprimir de antemão um tratamento preventivo.

Grandes lesões cariosas são de simples diagnóstico, até por leigos, pois a destruição bastante acentuada dos tecidos dentais favorece a visualização das cavidades nos dentes envolvidos. No entanto, sendo a cárie dentária um processo de doença que se desenvolve desde estágios com níveis de destruição submicroscópicos a sinais e sintomas clínicos óbvios, o grande mérito está em se conseguir diagnosticar lesões cariosas nos seus estágios mais precoces. Todos os procedimentos para um correto diagnóstico devem ser dirigidos para as tentativas de revelar fatores que favoreçam o desenvolvimento do processo da cárie dentária²⁸.

Com a incorporação do flúor estabilizado às pastas dentifrícias por alguns países, houve, de modo geral, um declínio no número de lesões cariosas nos últimos anos. Desproporcionalmente as superfícies lisas dos dentes estão sendo menos atacadas do que as superfícies oclusais, sulcos e fissuras, de pré molares e molares^{29,30}

Alguns autores^{29, 30,31} sinalizaram para o fato que uma maior oferta de flúor para as superfícies do esmalte dental propiciaria uma maior capacidade de remineralização do mesmo, escondendo cáries no interior do dente em nível dentinário. Estas lesões são consequência da progressão de lesões de cáries abaixo do esmalte aparentemente não cavitado.

Como todo procedimento que envolve decisões subjetivas, o processo de diagnóstico é passível de erros e todos os métodos usados para tal finalidade apresentam erros inerentes, o que, na prática diária da odontologia, significa que a perfeita separação entre indivíduos com a doença daqueles que não a possuem é impossível³².

Na tentativa de se estudar e avaliar métodos de diagnósticos da lesão cariosa, algumas definições e critérios são utilizados, como descritos à seguir.

Por sensibilidade define-se a capacidade de um método de diagnóstico de determinar corretamente lesões verdadeiro positiva (VP), comparadas a um “padrão ouro”, o qual é proveniente do resultado de testes histológicos definitivos da presença ou não da doença (lesão cariosa) dos dentes extraídos, que foram submetidos ao método de diagnóstico que está sendo estudado.

A sensibilidade é o resultado das lesões diagnosticadas como positivo verdadeiras dividido pela soma das falso negativas (FN) mais as positivo verdadeiras (VP) e o seu valor é tanto mais confiável quanto mais se aproximar da unidade.

A especificidade é a capacidade de um método de diagnóstico em detectar sítios não atacados pelo processo da lesão cariosa, ou seja, sadios. Esse valor é conseguido pela razão entre as lesões VN (verdadeiro negativas) e a soma das VN e falso positivas (FP), e o seu valor também, será tanto mais confiável quanto mais próximo for da unidade ⁶.

Diferentes métodos foram desenvolvidos e testados com a finalidade de se diagnosticar o mais precoce possível as perdas minerais ocorridas durante o processo evolutivo da lesão cariosa. Serão descritos a seguir os mais comumente utilizados e estudados.

1.1.3.1. Exame clínico

O exame clínico que pode ser dividido em inspeção visual e exame tátil.

1.1.3.1.1. Inspeção visual.

A inspeção visual se baseia na cuidadosa e esmerada observação das superfícies do esmalte dentário com a finalidade de se detectar alterações visíveis tais como manchas brancas, descolorações e ou cavitações. É também conhecido

por sistema europeu ⁶. Deve ser realizado com as superfícies dos dentes limpas, secas e bem iluminadas.

Ekstrand et al ³³ advertem que se deve estimar a atividade da lesão à luz das condições bucais tais como quantidade de placa acumulada antes do procedimento de profilaxia, a morfologia dental, idade e estágio de erupção do órgão dental.

A primeira manifestação clínica da cárie dental é a mancha branca, que somente poderá ser detectada em superfícies de dentes bem limpas e secas. A sua aparência física é resultante dos diferentes índices de refração da luz da hidroxiapatita, água e ar ^{6,34}. A mancha branca poderá apresentar-se brilhante ou opaca. No primeiro caso significa que já houve remineralização dos tecidos lesionados e no segundo significa que a lesão cariosa está em franca atividade.

A presença dessa opacidade do esmalte na entrada das fissuras está mais próxima de um indicador para o diagnóstico preciso em dentes com cáries e sem cavitação macroscópica ²⁹.

Com o tempo, essa lesão por ser mais porosa tende a se pigmentar e mudar de cor, que pode variar do cinza ao marrom. Nesse caso, o diagnóstico se torna difícil ⁶ pois às vezes poderá ocorrer uma remineralização do esmalte e a cor permanecer alterada, sendo que, o esmalte está novamente sadio tratando-se de uma lesão inativa, ou seja, o selamento biológico, que não apresenta progressão da lesão.

Ekstrand ³³ argumenta que a frequência da presença de fissuras em fossas cáries suscetíveis é baixa e que o início da mesma e o seu desenvolvimento são independentes da configuração anatômica da área da fossa. As cáries oclusais, segundo ainda o mesmo autor, estão relacionadas com a macromorfologia dental e não se iniciam no fundo de fissuras estreitas e inacessíveis.

Mesmo sob condições ideais, há o risco da ordem de 20 a 48% ³⁴ de se fazer um subdiagnóstico, com apenas o exame visual, das lesões de cáries oclusais com avanço em dentina.

1.1.3.1.2. Inspeção tátil

A inspeção tátil consiste na exploração de todas as fossas e fissuras com uma sonda exploradora de ponta bem afiada (0,7 mm), que quando aplicada sobre a fissura e ficando retida, indica a presença de cavitação. Também é denominado de sistema americano ⁶, pois sua utilização é encorajada por alguns pesquisadores americanos. O seu uso é controverso, uma vez que não melhora a capacidade de diagnóstico verdadeiro positivo e ainda pode comprometer fossas e fissuras, abrindo-as e destruindo-as, facilitando assim, o processo de ataque cariioso além de por poder inocular bactérias de uma região para outra dentro da cavidade bucal³⁴.

No entanto, pode-se recomendar o uso de uma sonda exploradora com ponta romba (0,4mm), sem pressão, com a finalidade de se promover a limpeza dos sulcos e fissuras após a profilaxia, para facilitar a inspeção visual ⁶.

1.1.3.2. Exame radiográfico

O exame radiográfico constitui um excelente auxiliar à complementação do diagnóstico das patologias orais. Como auxiliar do diagnóstico de lesões cariosas tem se mostrado um excelente recurso e vários são os fatores que contribuíram para tornar freqüente o uso deste método ²⁸.

- ✓ diagnóstico radiográfico torna possível o estudo das partes inacessíveis dos dentes, por exemplo as lesões proximais;
- ✓ pode-se avaliar por este meio a extensão da lesão e sua relação com a polpa;
- ✓ constitui um método não invasivo, diferentemente da sondagem que pode danificar a subsuperfície da lesão;

- ✓ fornece documentação definitiva ⁷ o que permite acompanhamento da atividade da doença ao longo do tempo.

No entanto, o ponto frágil das radiografias consiste na técnica da tomada radiográfica, ou seja, direção dos Raios X e na técnica de revelação do filme.

As diferenças anatômicas entre dentes e a distribuição da perda mineral numa lesão cariiosa nem sempre aparecem na mesma proporção da situação real, quando impressas numa película radiográfica. Essas diferenças fazem com que se torne claro que somente pela radiografia não se pode determinar com precisão o estado real das lesões cariosas. Diagnósticos falso positivo e falso negativo podem ocorrer. Além disso, existem opiniões divergentes entre diferentes examinadores para as mesmas radiografias ^{35,36,37} e as imagens radiográficas tendem a subestimar o grau de penetração de uma lesão cariiosa ²⁸.

Portanto, para obtermos as informações necessárias de uma radiografia com a finalidade de auxiliar no diagnóstico deve-se ter em mente que:

- ✓ a qualidade do exame radiográfico é fundamental;
- ✓ os primeiros estágios da lesão cariiosa não podem ser observados;
- ✓ a radiografia não distingue com precisão as superfícies proximais sadias das superfícies que protegem as lesões na subsuperfície ou das superfícies com cavitação;
- ✓ de certo modo as radiografias subestimam a extensão da desmineralização, mas na dependência do ângulo de projeção podem ocorrer super estimativa do tamanho destas lesões;
- ✓ a interpretação da radiografia pode ser diferente entre diferentes observadores ^{28, 35}.

Sendo assim, a radiografia somente vai fornecer parte das informações necessárias para se tomar decisões sobre o diagnóstico da lesão cariiosa.

Wenzel et al ³⁶ comparou três métodos de radiografias: radiografias convencionais, radiografias digitalizadas com radiovideografias, numa amostra de

dentes com cáries oclusais, sem cavitação, encontraram maior sensibilidade para a técnica radiovideográfica. Neste caso, foi colocada uma câmara sensível no interior da boca o que facilitou vários tipos de processamento da imagem digital. Por ser mais sensível, a quantidade de radiação necessária é em torno de vinte e cinco por cento menor do que para as radiográficas convencionais. As radiografias digitalizadas também apresentam um aumento da acuidade na detecção da profundidade da lesão dentinária em relação às radiografias convencionais, pois a manipulação do contraste torna possível a detecção de cáries na junção esmalte/dentina, porém, as diferenças entre esses três métodos não foi estatisticamente significativa.

Wenzel et al ³⁸ também comparou a eficiência de filmes radiográficos com radiografias digitalizadas em cáries oclusais sem cavitação. As radiografias digitalizadas apresentaram o maior índice de detecção verdadeiro positivo e um aumento nos índices de falso positivo. Segundo esses autores, os filmes radiográficos constituem o método mais digno de confiança para detecção de dentes cariados, enquanto a radiografia digitalizada seria o método mais válido para a detecção de dentes sadios.

Devido à natureza lenta da progressão das cáries uma conclusão falso negativa é mais tolerável do que a falso positiva ³⁸.

A associação dos dois métodos de diagnóstico - visual e radiográfico - para a detecção de cáries na superfície oclusal tem o apoio de vários autores ^{32, 37}.

Ketley et al ³² num trabalho que avaliou o diagnóstico de cáries oclusais com avanço em dentina em molares permanentes e decíduos encontraram maior sensibilidade (0,75) e especificidade (0,90) para a associação dos dois métodos do que para cada um dos métodos usados isoladamente mas, mesmo assim, corroboram com a idéia de que não é possível se detectar radiograficamente, com precisão, cáries de esmalte.

Também apresentaram valores semelhantes os trabalhos de Nyttun et al ³⁷ de que a associação das técnicas visual e radiográfica apresentaram valores maiores de sensibilidade e especificidade do que os valores apresentados para ambos os métodos isoladamente. No entanto, salientaram o fato de que se deve ter cuidado

pois a aparência dos dentes *in vivo* e em dentes extraídos pode ser bastante diferente, particularmente no que diz respeito à natureza das descolorações.

Lussi ³⁰ comparando os métodos de inspeção visual , radiografia bitewing, inspeção visual com lente de aumento, inspeção visual com uso de explorador e associação de inspeção visual com radiografia bitewing, concluiu que a mais baixa sensibilidade foi para inspeção visual e inspeção visual com exploração, onde várias lesões cáries deixaram de ser diagnosticadas. Mas se a esses dois métodos fossem associados à radiografia *bitewing* havia um aumento significativo na acuidade do diagnóstico de cáries de fissuras.

1.1.3.3. Resistência elétrica

O detector elétrico de cárie tem se revelado atualmente um método que pode auxiliar muito no diagnóstico de cáries oclusais. Em princípio este aparelho mede a condutividade elétrica do dente. O aparelho se baseia no fato de que o esmalte sadio apresenta valores baixos ou não apresenta condutividade elétrica, enquanto que o esmalte cariado ou desmineralizado apresenta uma condutividade elétrica mensurável, a qual vai variar de acordo com a quantidade de perda mineral. Em geral, quanto maior o grau de desmineralização, maior é a medida da condutividade elétrica através do esmalte afetado.³⁹

As comparações *in vitro* entre os métodos - medida da corrente elétrica do esmalte dos dentes suspeitos e a inspeção visual - mostram resultados favoráveis ao método da medida da corrente elétrica ^{38, 39} no entanto, a inspeção visual ainda é um método bastante promissor, especialmente em regiões de baixa prevalência ³⁶. A medida da corrente elétrica é bastante útil para se ter noção da profundidade da lesão cáries em dentina.

Para Lussi ²⁹ o teste elétrico é um excelente auxiliar do diagnóstico e deve ser utilizado quando há sinais de cáries mas não se têm certeza a respeito. As medidas devem se feitas em vários sítios diferentes da superfície oclusal, para diminuir a possibilidade de erros.

1.1.3.4. Fluorescência induzida por laser

As desmineralizações do esmalte podem ser verificadas através da monitoração das propriedades físicas do mesmo. O grau de alterações destas propriedades está diretamente relacionado à quantidade de desmineralização ocorrida ^{40,41}. O uso de fluorescência induzida por laser para se tentar quantificar a perda mineral do esmalte em lesões é uma possibilidade de diagnóstico e foi introduzida por Bjelkhagen et al, em 1982 ⁴². Como o laser de Argônio (488nm e 514,5nm) pode ser direcionado, via fibra óptica, com uma certa angulação ao dente, pode-se associar a este um corante aplicado sobre a fissura para intensificar a visualização da fluorescência.

De um modo geral, a aplicação de um específico corante sobre a fissura antes do laser é uma ferramenta de diagnóstico para cáries oclusais mais adequada do que a indicação não assistida por corante, especialmente se na ausência da placa bacteriana ^{40, 42}.

Existe disponível comercialmente um equipamento denominado DIAGNOdent (Kavo, Alemanha), para detectar cáries onde a irradiação do dente é realizada por laser de diodo, emitindo luz na região do vermelho, através de uma fibra óptica que também analisa o sinal luminescente produzido. Este sinal luminescente é quantificado por meio de uma escala de valores, que tem a função de indicar a quantidade de desmineralização ocorrida.

Para Lussi ⁴³ o uso de fluorescência induzida por laser, para a detecção de cáries, com este equipamento DIAGNOdent se apresentou como um método de excelente reproduzibilidade indicando que o diagnóstico precoce de cáries com laser, pode ser uma ótima ferramenta para a monitoração de cáries longitudinalmente. Este método apresentou melhores resultados do que o método baseado na resistência elétrica. O autor também sugeriu que esse equipamento pudesse ser utilizado como um segundo diagnóstico naquelas regiões onde a dúvida persista.

Ando et al ⁴⁴, 1996, compararam 4 métodos de diagnóstico: visual, táctil visual, fluorescência induzida por laser e fluorescência induzida por laser associada a um corante constataram que a fluorescência induzida por laser foi o método que apresentou maior sensibilidade. Num outro estudo, em 1997, este mesmo autor com outros colaboradores ⁴⁵, compararam a eficiência do diagnóstico por fluorescência induzida por laser de Argônio com comprimento de onda de 488nm e 0,1 W, em manchas brancas de superfícies lisas do esmalte de dentes decíduos e permanentes. Constataram ao exame microrradiográfico, de áreas seccionadas do esmalte descalcificado, que a correlação entre as alterações na fluorescência e a profundidade da lesão é mais fidedigna entre dentes decíduos do que entre dentes permanentes.

DeSchepper ⁴⁶ também encontraram maior sensibilidade para o diagnóstico de lesões secundárias de cáries induzidas, quando compararam os métodos de inspeção visual com luz branca e fluorescência induzida por laser, associado a um programa de computador, para a visualização das imagens.

Al-Kahatub et al ⁴², 1997, utilizaram a fluorescência induzida por laser, associando a um programa de computador, para quantificar as alterações de lesões de esmalte em modelos e o aumento da remineralização de lesões incipientes com flúor. Os resultados foram comparados com exames de microrradiografias de cortes das lesões. Concluíram que o método por fluorescência induzida por laser pode registrar alterações de remineralização do esmalte de semana para semana. Este estudo demonstrou a habilidade do método em monitorar longitudinalmente pequenas perdas ou ganhos de minerais.

De Jong ⁴⁷, et al também conseguiram detectar, com a fluorescência induzida por laser, pequenas perdas de minerais nas superfícies lisas de dentes pré-molares, indicados para extração ortodôntica, onde se induziu a formação de placa bacteriana por meio de *brackets* ortodônticos. Um primeiro registro de valores de fluorescência foi realizado no esmalte ainda sadio e as outras medidas foram realizadas depois de 2, 3 e 5 semanas, onde já havia a presença de desmineralização do esmalte. Obtiveram significativas alterações na fluorescência induzida por laser, de acordo com a perda mineral, com consequente possibilidade de padronização do método, sinalizando que a fluorescência induzida por laser

apresenta potencial para monitorar o desenvolvimento da desmineralização do esmalte em métodos preventivos.

Zandoná et al ⁴⁰ 1996, preparam fissuras artificiais com esmalte de dentes bovinos. Cada base de fissura apresentava metade de esmalte sadio e metade do esmalte com lesão de descalcificação induzida. As fissuras podiam apresentar paredes paralelas, convergentes ou divergentes. Em algumas fissuras foi colocada placa bacteriana. Em todas as fissuras foi usado o método de diagnóstico por fluorescência induzida por laser de Argônio (488 e 512 nm) associada ou não a um corante. Se concluiu que a melhor ferramenta para o diagnóstico foi a fluorescência induzida por laser associado a corante, na ausência de placa bacteriana.

1.1.4. Tratamento

Ao longo dos anos de existência da Odontologia como ciência que cuida da saúde bucal, ela passou por algumas fases que se caracterizaram por diferentes modos de conceituar a doença cárie e, conseqüentemente, o seu tratamento, baseados sempre nos paradigmas vigentes de cada época em questão.

Segundo Buish ⁴⁸, a primeira fase se caracterizou pelo alívio da dor, exclusivamente. Os cirurgiões-dentistas se limitavam a extrair o dente que estivesse provocando a sensação dolorosa. Foi uma fase caracteristicamente mutiladora.

Numa segunda fase, a Odontologia evoluiu para uma fase restauradora, onde houve um intenso avanço na qualidade dos produtos destinados a substituir uma parte ou todo o dente perdido pelo processo carioso. Paralelamente houve também um progresso no que concerne a técnicas restauradoras, cirúrgicas, de tratamento endodôntico, das periodontopatias etc., possibilitando o máximo aproveitamento do órgão dental ou o que dele restou. No entanto, esta fase se caracterizou pelo tratamento dos sintomas da doença cárie e não propriamente pelo tratamento das causas da doença em si. O indivíduo continuaria doente, ou seja, apresentaria sinais e sintomas dessa doença pelo resto de sua vida, num ciclo contínuo, pois uma vez restaurado o dente, essas restaurações seriam refeitas algumas vezes ao longo da vida de uma pessoa, seja por motivos estéticos, de

recidivas, desgastes ou outros, com o comprometimento cada vez maior da estrutura dental remanescente.

A terceira fase, então, se caracteriza pela prevenção, ou seja, evitar que a doença se instale na população, pois um dente íntegro apresenta melhor prognóstico do que um dente já restaurado, por melhor que esta restauração tenha sido executada. Esta fase de prevenção faz parte de um contexto maior que é o da Promoção de Saúde, onde as pessoas são instruídas e orientadas para cuidar do seu organismo e da cavidade bucal como um todo.

Infelizmente apesar destas fases na história da Odontologia, não significa necessariamente que, em nosso país já todos já tenham chegado a uma política de educação para a promoção de saúde. O que se observa, no dia a dia da população menos privilegiada economicamente, são situações clínicas que se reportam à primeira fase, que, com a finalidade de aliviar a dor, fazem a remoção do órgão dental, ou substituem indiscriminadamente tecidos dentais com início de descalcificação, que ainda poderiam ser tratados e propiciar a sua recalcificação promovendo um selamento biológico⁵, por materiais odontológicos, ou ainda a substituição desnecessária de restaurações.

O tratamento preventivo, ou de promoção de saúde tem como finalidade precípua capacitar o indivíduo a conquistar um índice de cáries zero por meio de orientações, que vão desde a instrução para uma adequada higiene oral: como as técnicas de remoção de placa visível com escovas e fio dental, assim como o consumo racional da sacarose e outros açúcares até ao uso do flúor e/ou enxaguatórios antimicrobianos.

Atualmente, o tratamento odontológico em si pode ser dividido em invasivo e não invasivo, de acordo com o modo de atuação.

O tratamento não invasivo utiliza materiais resinosos ou ionoméricos que, por meio de técnicas de adesão adequadas, são colocados sobre a superfície oclusal dos dentes molares e pré-molares, criando deste modo uma barreira física sobre estas superfícies, impedindo o contato da placa bacteriana com a superfície dentária. A capacidade de prevenção deste método está na dependência da duração desse selante sobre a superfície oclusal, ou seja, do grau de retenção do mesmo sobre esta superfície.

Os selantes resinosos têm maior capacidade de retenção sobre a superfície oclusal do que os selantes ionoméricos, no entanto, estes liberam flúor durante mais tempo para os tecidos adjacentes, o que é altamente positivo.

Kramer⁶ recomenda que os selantes ionoméricos sejam utilizados em dentes recém erupcionados, onde o controle da umidade é crítico e, porque durante um determinado período o cimento de ionômero de vidro pode exercer um efeito cárie preventivo, especialmente em pacientes com alta atividade de cárie.

Houve época em que os selantes eram recomendados indiscriminadamente a todos os dentes posteriores, mas atualmente é cada vez mais comum utilizar protocolo de critérios seletivos para a correta indicação de selamento. Segundo Kramer⁶ esses critérios se baseiam em fatores ligados aos dentes como a macromorfologia e estágio de erupção e fatores ligados ao paciente com risco de cáries e estado motivacional. Esse mesmo autor sugere que, com base na análise dos fatores acima mencionados, pode-se concluir, genericamente, que os selantes oclusais estão indicados quando nos deparamos com fossas e fissuras hígidas ou lesão de esmalte, principalmente em primeiros molares permanentes recém erupcionados de pacientes com alto risco de cárie e com estado motivacional ruim.

Em virtude do grande desenvolvimento dos materiais odontológicos dos últimos anos, existe a possibilidade de se fazer cada vez mais cavidades ultra conservadoras, com a remoção somente do tecido cariado, sem danificar o restante do dente íntegro, recompondo a perda da estrutura dental com o material compatível e adequado para situação clínica, onde se pode aliar a estética à durabilidade e à estabilidade.

Este trabalho pretende descrever métodos não invasivos que utilizem a irradiação laser para prevenção de cáries, de forma que não serão abordadas indicações, técnicas, ou prognósticos de métodos invasivos para o tratamento da cárie dental já instalada.

2. Lasers em Odontologia

Desde que o laser (*Light Amplificated by Stimulated Emission of Radiation*) foi desenvolvido em 1960, quando Maimam obteve a primeira emissão de luz à partir da excitação de um cristal de rubi por meio de uma lâmpada de flash, houve um grande avanço tecnológico e científico de sua utilização em todas as áreas do conhecimento humano.

A partir de então foram desenvolvidos novos tipos de lasers com diferentes meios ativos (Nd:YAG, Nd:YAP, Nd:YLF, CO₂, He-Ne, Er:YAG, Hólmio, Argônio etc.) e conseqüentemente a emissão de outros comprimentos de onda foi possível, permitindo que esses feixes de luz fossem utilizados com diversas finalidades no dia a dia do cidadão comum, como também possibilitou a introdução de técnicas que se utilizam da precisão desta luz nas diferentes áreas médicas.

Os diferentes tipos de lasers têm sido utilizados em ocasiões corriqueiras da vida das pessoas, como por exemplo: na leitura óptica de códigos de barras caixas de supermercados, caixas eletrônicos de bancos, na leitura de discos fonográficos, na ponteira laser de um professor, na impressão de textos, nos efeitos visuais e outra ocasiões menos comuns, como medir distâncias para demarcação de terrenos, medir a distância da terra à lua, na microscopia de força atômica entre outras.

Os lasers têm sido amplamente aplicados na Medicina e áreas afins com grande sucesso. Lasers com meio ativo diferentes produzem conseqüentemente luz com comprimentos de onda diferentes, e este é um dos fatores mais importantes no processo da interação da luz laser com determinado tecido biológico. O comprimento de onda específico dos diferentes tipos de lasers apresentam maior ou menor afinidade por um dado tecido biológico, dependendo da água, pigmentos e ou outros constituintes presentes em sua estrutura (Figura 1).

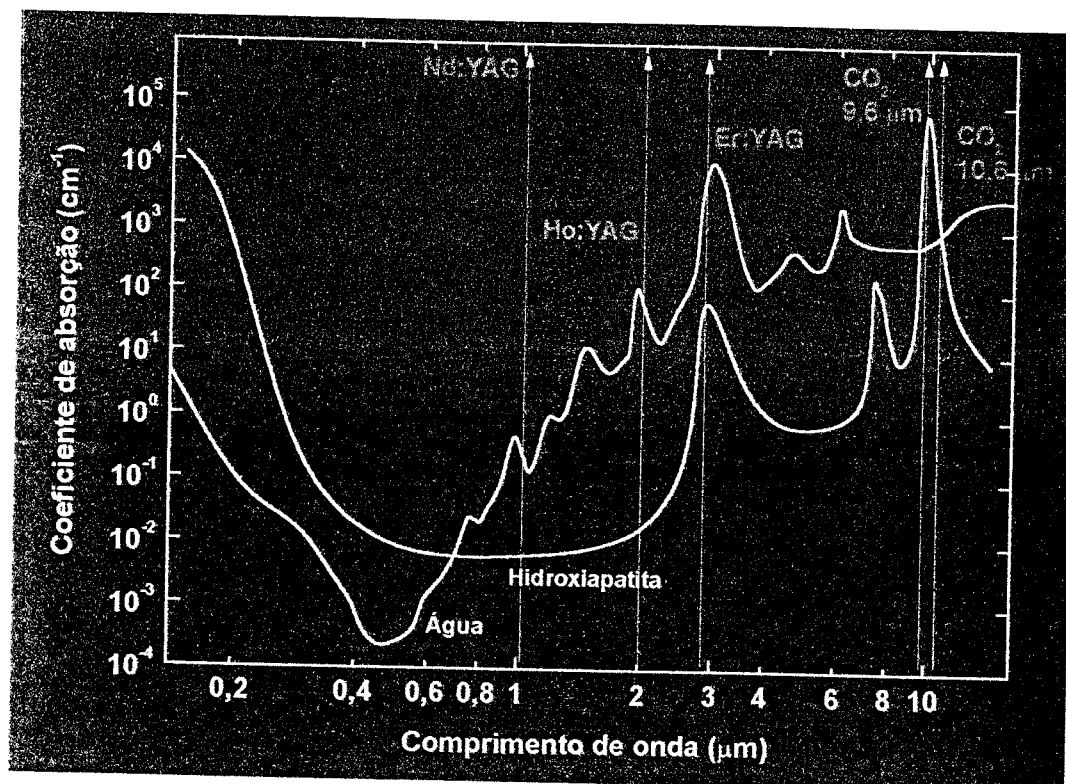


Figura 1. Absorção pelos elementos em função do comprimento de onda dos lasers

Em função do tipo de interação que ocorre entre o tipo de laser e o tecido biológico pode-se induzir maior precisão e benefícios numa cirurgia a laser, quando comparada a uma cirurgia convencional, com conseqüente diminuição da sensibilidade dolorosa e formação de uma menor cicatriz, traduzidos num pós operatório mais rápido, seguro e menos traumático. Alguns lasers também podem diminuir o risco de bacteremias, uma vez que ocorre redução do conteúdo bacteriano local, (devido ao calor produzido), atuando algumas vezes como esterilizador do campo operatório ⁴⁹

Em Medicina os lasers são usados em quase todas as especialidades, variando da estética do *resurfacing* a cirurgias corretivas nas áreas ortopédicas, urológicas, oftalmológicas, ginecológicas, desobstrução de artérias, como meio auxiliar de diagnóstico, etc.

Em Odontologia, os primeiros pesquisadores que se interessaram por investigar a ação dos lasers no esmalte dentário e dentina foram Stern e Sognaes ⁵⁰, em 1964. Utilizaram laser de rubi no esmalte dental e observaram alterações em forma de crateras e fusão do esmalte quando da aplicação desse laser por 2 ms e., densidade de energia variando de 500 a 2000 J/cm².

Goldman ⁵¹ foi o primeiro a utilizar o laser de rubi em dentes vitais, em 1965. Não houve relato de dor durante a aplicação. O laser de rubi, entretanto não se mostrou promissor, pois como mostrado por Adrian ⁵² em 1971, o uso deste laser em dentes vitais em função do aumento de temperatura ocasionou danos pulpare, inclusive com áreas de necrose, no exame histopatológico.

Na Odontologia, os vários tipos de lasers foram desenvolvidos e têm sido estudados para se verificar o potencial de cada um deles ao serem aplicados no esmalte e na dentina e suas conseqüências sobre o tecido pulpar.

Os lasers podem ser classificados como lasers de baixa energia ou lasers de alta energia. Em Odontologia os primeiros são utilizados para promover o aumento da atividade celular e efeitos analgésicos, utilizados, por exemplo, no tratamento de aftas, herpes labial, hipersensibilidade dentinária, sensibilidade pós preparo cavitário, pós cirurgias e pós intervenções endodônticas ⁴⁹. São exemplos de lasers de baixa energia: He-Ne, Arseneto de Gálio Alumínio (Ga-As-Al). Os lasers de alta densidade de energia, como por exemplo, Nd:YAG, Érbio, Hólmio, CO₂ e Argônio, se sobressaem pelos efeitos térmicos que podem causar como corte, vaporização, ablação e hemostasia.

De modo geral, o laser interage sobre um determinado tecido biológico de quatro maneiras diferentes: poderá ser refletido, absorvido, espalhado ou transmitido para o interior do tecido.

As propriedades ópticas de cada tecido biológico combinadas com um comprimento de onda determinarão se a energia laser será ou não absorvida. Se não for absorvida será refletida, espalhada ou transmitida para outras áreas. Assim, cada laser terá sua aplicação clínica preferencial de acordo com sua capacidade de interação com aquele tecido em particular ⁵³. A densidade de energia e o tempo de exposição da energia administrada vão determinar a quantidade e extensão da interação ⁵⁴.

Os lasers podem apresentar emissão contínua ou pulsado. No modo contínuo, a radiação é gerada continuamente e o tempo de exposição é controlado pelo operador. No modo pulsado, a energia laser é entregue ao tecido em pequenos intervalos de tempo, variando de pulsos da ordem de milisegundos até femtosegundos.

Atualmente, os lasers de Nd:YAG são muito utilizados na Odontologia. O seu comprimento de onda de emissão é 1,064 μm e portanto não são visíveis. Apresentam como luz guia um laser visível, como, por exemplo os lasers de He-Ne ou diodo. Devido ao fato deste comprimento de onda não ser muito bem absorvido pela água, esse laser não age na superfície dos tecidos biológicos, sendo então mais utilizado para hemostasia e coagulação de vasos profundos. No entanto, é bem absorvido pela melanina e hemoglobina. Em tecidos duros como o esmalte dental pode ser usado na prevenção de cáries se associado ao flúor pois, segundo Oho e Morioka⁵⁵, a irradiação do esmalte com este comprimento de onda possibilita a criação de espaços microscópicos pela perda de substâncias orgânicas que atuam como depósito de íons flúor liberados pelo flúor fosfato acidulado. Em endodontia, é utilizado como bactericida em canais altamente infectados⁵⁶ e infecções recidivantes⁵⁷. É usado também para dessensibilização dentinária^{58 59} Eduardo et al^{60 61} também sinalizaram para a possibilidade do laser de Neodímio ser utilizado no esmalte dentário, depois do preparo cavitário, onde o laser poderia atuar na prevenção de recidivas de cáries.

O laser de Argônio emite comprimento de onda de 488 nm e 514,5 nm, sendo pouco absorvido pela água, muito absorvido pela hemoglobina e melanina e pouco por tecidos duros. Pode ser usado para hemostasia em tecidos moles e é também utilizado na fotopolimerização de resinas compostas. Atualmente têm sido estudada a possibilidade do laser de Argônio ser utilizado na prevenção de cáries^{62, 63, 64 65, 66, 67, 68, 69}.

O laser de Érbio emite comprimento de onda de 2,94 μm e apresenta uma boa absorção pelos tecidos biológicos inclusive esmalte e dentina⁵¹, promove ablação dos tecidos dentais possibilitando a remoção dos tecidos cariados. É possível o preparo cavitário de lesões cariosas primárias com esse laser sem o uso de brocas mecânicas. Mas, para lesões de cáries secundárias, o material de preenchimento, caso seja metálico deve ser primeiramente removido com brocas de alta rotação e depois seguido do preparo cavitário com o laser. A grande vantagem é a precisão e a ausência de dor na maior parte dos preparos cavitários. O laser de Er:YAG é recomendado para osteotomias, remoção de

cistos, apicetomias, devido à sua excelente afinidade óssea. Groth et al^{70,71,72} fizeram um trabalho onde condicionaram o esmalte com laser de Érbio, com a finalidade de verificar a retenção de resinas compostas. O melhor resultado foi conseguido com a associação do condicionamento com laser e condicionamento ácido. Ramos et al^{73, 74} estudaram as diferenças entre microinfiltrações de preparos cavitários de classe V, para resinas, realizados com laser de Érbio e preparos convencionais realizados com alta rotação. Não encontraram diferenças estatisticamente significantes entre eles, porém os preparos realizados e condicionados com laser de Érbio apresentaram menor infiltração.

Os lasers de Ho:YAG e Ho:YLF apresentam comprimento de onda coincidente com um dos picos de absorção da água e são também bem absorvidos por pigmentos. Esta característica permite que o laser de hólmio promova a ablação rápida dos tecidos moles⁵¹. Na Medicina, é bastante utilizado em cirurgias vasculares, neurocirurgias, astroscopias, oftalmologia, angioplastias, urologia, otorrinolaringologia, gastroenterologia e ortopedia. Esse laser apresenta também afinidade com a hidroxiapatita, portanto com um grande potencial para uso nos tecidos duros dos dentes, tanto para a remoção de tecidos cariados, como para a prevenção de cáries, pois, quando usado diretamente sobre o esmalte dental promove a fusão do mesmo^{75, 76}, com aumento da microdureza⁷⁷. Em trabalho experimental o grupo de estudos do Laboratório de Aplicações de Lasers em Ciências da Vida do IPEN com a FOU SP confirmam a possibilidade do laser de hólmio vir a ser utilizado em diferentes áreas da Odontologia^{78, 79, 80, 81, 82}.

O laser de CO₂⁵¹ possui grande afinidade pela água e, portanto, é bem absorvido pelos tecidos biológicos, o que gera uma grande quantidade de calor, possibilitando a realização de vaporização ou cortes e que se não for bem controlado pode carbonizar o tecido. Estas características propiciam o seu uso em cirurgias de tecidos moles e cirurgias periodontais, na Odontologia. A dificuldade de utilização desse laser é a obtenção de uma fibra óptica flexível e economicamente acessível para esse comprimento de onda, de forma que os equipamentos comerciais que se dispõem apresentam braços articulados. Muitas pesquisas têm sido realizadas com o laser de CO₂ na área de prevenção de cáries^{83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93}.

2.1. Lasers em prevenção de cáries

Os primeiros trabalhos em Odontologia, com lasers na prevenção de cárie dental remontam à 1964. Stern e Sognaes⁵⁰ usando o laser de rubi sobre o esmalte dental, *in vitro*, constataram que este se tornava mais resistente à ação de ácidos desmineralizantes.

Em 1972, os mesmos pesquisadores⁹⁴, demonstraram pela primeira vez, *in vivo*, que a aplicação de laser de CO₂ sobre o esmalte dentário induz uma maior resistência do esmalte à ação de ácidos. Esses autores irradiaram duas amostras de esmalte de diferentes dentes, *in vitro*. Uma delas com laser de CO₂ super pulsado, com densidade de energia entre 10 e 15 J/cm², e a outra amostra não foi irradiada. As duas amostras foram então colocadas na boca de um “carregador”, *anima nobile*, acopladas a um dente por meio de uma prótese de ouro. Esta prótese apresentava uma janela de fácil remoção e, no seu interior, foram colocadas as amostras por um período de 3 a 5 semanas. Havia uma fenda nesta janela, com a finalidade de facilitar o acúmulo de placa bacteriana. A análise das amostras ao MEV mostraram que ambas as amostras foram atacadas pela ação dos ácidos produzidos pelas bactérias, no entanto, o esmalte irradiado não sofreu a ação desses ácidos, ou seja, não sofreu desmineralização. Para confirmar essa pesquisa, os mesmos autores fizeram uma outra pesquisa semelhante. Desta vez, usaram amostras de esmalte de um mesmo dente, coladas lado a lado com resina a uma base oral, ou seja, o dente do “carregador”. Mais uma vez obtiveram resultados semelhantes. As amostras apresentavam diferenças visuais marcantes: a amostra irradiada estava intacta, enquanto que a amostra controle, apresentou manchas típicas de cáries incipientes de esmalte.

A partir destas primeiras constatações alguns grupos de pesquisadores se interessaram pelas modificações físicas e químicas que ocorrem no esmalte dental em decorrência da aplicação dos vários tipos de lasers em diferentes condições de irradiação. Os lasers mais estudados, tendo em vista a prevenção de cáries por aumento da resistência do esmalte, têm sido os lasers de Nd:YAG, (pulsado ou contínuo), Argônio, Hólmio, CO₂, e mais recentemente com laser de Érbio e diodo.

2. 1.1. Laser de Neodímio

Em 1980, H. Yamamoto e K. Sato ⁹⁵ realizaram um trabalho onde irradiaram 60 dentes humanos, recém-extraídos, livres de cáries, com laser de Nd:YAG operando em regime de chaveamento Q, com energia de pico de 100 KW, pulsos de 100 nsec. Após a irradiação, as amostras foram colocadas em solução ácida desmineralizadora, pH 4,5, por 4 dias. O resultado mostrou que em 44 dentes (73%) não houve nenhuma desmineralização e em 16 deles (27%) houve resistência moderada à desmineralização.

Em 1984, J. A. Hargreaves et al ⁹⁶ usaram 3 grupos de amostras de esmalte dental submetendo cada um deles a um tipo de laser. O primeiro grupo foi irradiado com laser de Nd:YAG, o segundo grupo com laser de Nd:YAG Q-switched e o terceiro grupo com laser de CO₂. Antes de serem irradiadas todas as amostras foram pintadas com tinta fotoabsorvedora com a finalidade de diminuir a densidade de energia necessária para ocorrer a alteração no esmalte. Posteriormente, os dentes foram submetidos a uma solução de 37% de ácido fosfórico. Após análise das amostras ao Microscópio Óptico e ao MEV, os autores constataram que as amostras de esmalte irradiados com os três tipos de laser foram mais resistentes à desmineralização na superfície e na subsuperfície do que as amostras não irradiadas do grupo controle.

T. Morioka et al. ⁹⁷, em 1985, utilizaram dentes molares de hamsters de 4 semanas e que foram irradiados com laser de Nd:YAG, modo livre, com densidades de energia variando de 10 a 50 J/cm², na tentativa de correlacionar a densidade de energia à resistência adquirida pelo esmalte. Concluíram que, neste intervalo de energia utilizada, quanto maior a densidade de energia, maior foi a resistência do esmalte à desmineralização.

Em 1986, esses mesmos autores ⁹⁸ irradiaram dentes humanos, recém-extraídos, com laser de Nd:YAG, modo livre, densidade de energia de 50 J/cm². Os dentes foram, então estocados por 24 horas em flúor fosfato acidulado. Ao exame no MEV verificou-se que houve maior penetração de flúor no esmalte dos dentes irradiados, alcançando uma profundidade de 100 µm.

Morioka et al ⁹⁹, em 1987, apresentaram um trabalho onde compararam os efeitos do laser de Nd:YAG, modo livre, com o laser de Nd Q-switched sobre a superfície do

esmalte dental. A densidade de energia usada variou de 30 a 50 J/cm² e a resistência ao ataque ácido adquirida pelo esmalte foi determinada pela quantidade de íons cálcio de cada amostra dissolvidos em 0,5 M de ácido perclórico (HClO₄). Como resultado, observaram maior resistência à desmineralização do esmalte exposto ao laser de Nd:YAG, modo livre, havendo também maior penetração de flúor quando foi aplicado flúor fosfato acidulado sobre as amostras irradiadas. Ao Microscópio Eletrônico de Varredura observaram a presença de crateras mais profundas na superfície do esmalte irradiado com o laser Q-switched e a presença de um mosaico fino na superfície do esmalte irradiado com laser de Neodímio modo livre.

Morioka et al¹⁰⁰, em 1988, se entusiasmaram com o grande potencial de aplicabilidade do laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado na prevenção de cáries. Analisaram a distribuição de cálcio, fosfato e flúor, pelo método de mapeamento colorido do Microscópio de Força Atômica (EPM) em amostras de esmalte dental irradiadas com laser de Nd:YAG, com densidade de energia variando entre 0 e 150 J/cm², frequência de 20 Hz, tempo de irradiação de 0,5 segundo. A distribuição de flúor no esmalte tratado com laser seguido da aplicação de flúor fosfato acidulado é acentuadamente maior, especialmente na camada superficial e nas áreas ao redor das fendas produzidas pelo laser. O mesmo acontece com o cálcio. No entanto, ocorre um decréscimo de fosfato nessas mesmas regiões.

Em 1988, Oho et al¹⁰¹ estudaram as alterações estruturais ocorridas no esmalte de dentes humanos irradiados com laser de Argônio e laser de Nd:YAG através do microscópio de luz polarizada e espectroscopia infravermelha. Com luz polarizada foi observada alta birrefringência nos cristais de esmalte após a irradiação com laser. Com a espectroscopia infravermelha foi observado a diminuição do conteúdo de água, substâncias orgânicas e carbonatos, pressupondo que o esmalte irradiado apresenta espaços intra e inter cristais. A redução no conteúdo de carbonato se reflete no aumento da resistência ácida do esmalte porque aumenta a rede cristalina do esmalte irradiado. Foi observado por Oho e Morioka⁵⁵ aumento na birrefringência do esmalte irradiado, significando que íons como cálcio e fósforo foram depositados nos espaços inter e intra cristais criados pelo laser, espaços estes que também poderiam atuar como depósito de íons flúor.

Em 1989, T. Morioka e S. Tagomori¹⁰² publicaram outra pesquisa, em que amostras de esmalte foram irradiadas com laser de Nd:YAG, modo livre, taxa de repetição

de 20 pps, tempo de irradiação igual a 0,5 segundo, densidade de energia variando de 0 a 100 mJ/cm². As amostras foram divididas em 7 grupos: no primeiro grupo foi aplicado somente o flúor fosfato acidulado; no segundo grupo, foi aplicado laser (densidade de energia igual a 30 J/cm²) e depois o flúor fosfato acidulado; no terceiro grupo, foi feito o inverso: primeiro se aplicou o flúor fosfato acidulado e depois o laser; no quarto grupo, se usou somente fluoreto de sódio; no quinto grupo, foi aplicado laser seguido de fluoreto de sódio; no sexto grupo, foi aplicado de modo inverso, ou seja, primeiro o fluoreto de sódio e depois o laser, e por fim o sétimo grupo serviu de controle. Todas as amostras foram então expostas a 1 ml de uma solução de ácido perclórico a 0,5M, por trinta segundos, à temperatura ambiente. O grau de resistência do esmalte ao ataque ácido foi medido pela quantidade de cálcio dissolvido. A conclusão foi que o esmalte tratado com laser de Nd:YAG (densidade de energia maior do que 30 J/cm²), seguido pela aplicação do flúor fosfato acidulado, por 24 horas foi o mais resistente à ação do ácido perclórico com 90% de inibição da dissolução do cálcio. O tratamento com fluoreto de sódio produziu muito pouco aumento na resistência ao ácido, mesmo se aplicado após a irradiação com laser.

Nesse mesmo ano, 1989¹⁰³, esses dois autores publicaram uma outra pesquisa, feita *in vitro*, onde foram produzidas lesões artificiais de cáries no esmalte da face vestibular de alguns dentes pré molares. Esses espécimes foram então irradiados com laser de Nd:YAG, modo livre, com taxa de repetição de 20 Hz, por 0,5 segundo, densidade de energia de 30 J/cm². Previamente, a superfície do esmalte foi coberta com tinta escura à prova d'água a fim de aumentar a absorção do laser. As amostras de esmalte foram então submetidas a ácido perclórico a 0,5M por 15, 30 e 45 segundos. A quantidade de cálcio dissolvido foi medido pelo espectrofotômetro de absorção e a resistência a ação do ácido foi medida pela razão entre o cálcio dissolvido da superfície do esmalte submetido ao laser e o cálcio dissolvido do esmalte do grupo controle. A conclusão foi que a exposição do esmalte com cáries incipientes e artificiais ao laser de neodímio causou um aumento na resistência desse esmalte à ação dos ácidos. Quando as amostras foram submetidas a uma solução com flúor fosfato acidulado, houve uma maior penetração do flúor no esmalte dos dentes tratados com laser em relação aos dentes controle. Também houve um aumento na promoção da remineralização quando essas amostras foram submetidas a uma solução de cálcio, em relação ao grupo controle.

Ainda em 1989, Morioka et al.¹⁰⁴ publicaram um outro trabalho com a finalidade de testar a eficiência de 9 tipos diferentes de laser, (laser de CO₂, laser TEA CO₂, laser de

Nd:YAG, laser de Nd Q-sw, laser de rubi, laser de Kripton, laser de Kr^+F e laser excimer) para verificar qual deles seria o mais apropriado para aumentar a resistência do esmalte dentário à ação de ácidos desmineralizadores. A conclusão do grupo foi de que o laser de Neodímio é o mais apropriado tipo de laser no que concerne eficácia e viabilidade de aplicação. Comparando os dois tipos de laser de Nd:YAG: modo livre e Neodímio Q switched concluíram que a profundidade de esmalte que adquiriu resistência ao ácido após o tratamento com laser foi de 20 μm para o laser AO Q-switched e de 5 μm para o laser de Neodímio modo livre. No entanto, a quantidade de energia necessária para promover a resistência do esmalte é de 40 J/cm^2 para o laser Q-switched e de 20 J/cm^2 para o laser de Nd:YAG modo livre. Essa resistência aumenta com a densidade de energia aplicada e se torna estável ao redor de 50 J/cm^2 para o laser modo livre. Concluíram, portanto, que o laser de Nd:YAG modo livre foi considerado o mais efetivo.

T. Myers e W.D. Myers ¹⁰⁵, em 1989 fizeram uma pesquisa onde utilizaram 30 dentes naturais com pequenas cáries de esmalte (sem envolvimento de dentina ao exame radiográfico). Essas cáries foram, então, irradiadas com laser de Nd:YAG com densidade de energia de 3,4 mJ/cm^2 , pulso de 30 pseg., 1 Hz, feixe com 50 μm de diâmetro. As lesões foram divididas ao meio e somente uma metade foi irradiada com laser, servindo a outra metade de controle. Visualmente, após o uso do laser, a cor das fissuras que inicialmente eram escuras se apresentaram com a cor similar à do restante do dente. Os autores sugeriram que o laser de neodímio tem potencial para remover os detritos orgânicos e inorgânicos dos sulcos e fissuras sem causar injúrias pulpares, com estas densidades de energia, e que os dentes podem vir a serem posteriormente selados com resina numa técnica conservadora depois de irradiados com o laser.

Em 1990, Oho e Morioka ⁵⁵ baseados em estudos anteriores de birrefringência do esmalte irradiado com laser, propuseram um mecanismo para explicar o porquê de os dentes tratados com laser e depois colocados em flúor fosfato acidulado, tinham aumentada a sua resistência à desmineralização, sendo que o mesmo fato não acontece quando o flúor aplicado é o fluoreto de sódio. Segundo a proposição desses autores, a irradiação do esmalte com o laser criaria espaços microscópicos, pela perda das substâncias orgânicas, que poderiam atuar como sítios para depósito de íons flúor liberados pelo ataque ácido do flúor fosfato acidulado.

Em 1991, ainda, integrantes deste grupo liderado por T. Morioka¹⁰⁶ publicaram um artigo onde reforçaram a eficiência da aplicação do laser de Neodímio, associado ao flúor, em lesões artificiais de cáries de esmalte, para promover a sua remineralização. Os autores usaram laser de Nd:YAG, modo livre, com pulsos de 0,3 msec e energia de pulso de 0,2 J, 20 Hz, densidade de energia de 40 J/cm². A resistência do esmalte foi medida pela quantidade de cálcio dissolvido em solução ácida. A remineralização do esmalte foi medida por técnicas de microradiografias e testes de microdureza. Ao exame no Microscópio Eletrônico de Varredura observaram que esta remineralização se processa desde o fundo da área da lesão artificial de cáries até a sua superfície.

Em 1991, Twasi, T. et al¹⁰⁷ utilizaram como amostra 30 dentes humanos recém extraídos, que foram divididos em três grupos: laser, laser associado ao flúor e controle. No grupo laser foram irradiados os sulcos e fissuras com laser de Nd:YAG, modo livre, de 0,3 msec., densidade de energia de 40 J/cm². Os dentes foram cobertos com esmalte de unhas, ficando descoberta somente a região de sulcos e fissuras. No grupo 2 depois da irradiação com laser, foi aplicado flúor fosfato acidulado. Todas as amostras foram colocados numa solução ácida, pH 4,0, por 15 minutos a 37° C. A quantidade de cálcio dissolvida na solução foi medida por espectrofotômetro de absorção. Os resultados apresentaram um aumento de 40% na resistência do esmalte irradiado com laser, quando comparado ao grupo controle. A combinação laser de neodímio e flúor foi a mais efetiva.

Em 1993, Toshio Morioka¹⁰⁸ publicou um trabalho onde descreveu clinicamente o uso do laser de Nd:YAG em 11 pacientes, para verificar o grau de sensibilidade apresentado por eles. Do total, 9 pessoas apresentaram uma sensação de calor durante aplicação do laser, um paciente apresentou uma leve e passageira sensibilidade dolorosa, e outro apresentou sensação de impacto com a aplicação do laser. Nesse mesmo trabalho, aplicou-se o laser de Nd:YAG sobre superfícies de cáries incipientes, *in vivo*, cobertas com pigmentos fotoabsorvedores, associado ao flúor fosfato acidulado. Não foi observado nenhum aumento visível da lesão após 24 meses do tratamento com laser associado ao flúor.

Em 1994, A. Bahar e S. Tagomori¹⁰⁹ realizaram um estudo dos efeitos do laser de Nd:YAG nos sulcos e fissuras de molares e pré-molares, para verificar: (1) a resistência conferida pelo laser de Nd:YAG ao esmalte quando submetido a ataque ácido; (2) o efeito de limpeza do laser nos sulcos e fissuras (3) o grau de absorção de flúor pelo esmalte

irradiado tanto nas superfícies lisas como nos sulcos e fissuras. Foi usada fibra de 200 μm de diâmetro, e densidade de energia de $0,75\text{J}/\text{cm}^2$, 20 Hz, com 0,5 segundo de irradiação. Previamente à irradiação com laser, foi aplicada tinta nankin sobre a superfície do esmalte para aumentar a absorção do laser pelo mesmo. Concluíram que o efeito de limpeza de sulcos e fissuras pelo laser é mais efetivo do que a limpeza química e químico-mecânica; que houve aumento da resistência do esmalte, dos sulcos e fissuras, ao ataque ácido em torno de 40% e que houve uma maior penetração de flúor no esmalte tratado com laser de Neodímio em relação ao grupo controle, numa profundidade aproximada de 200 μm no esmalte liso e 60 μm na região de sulcos e fissuras.

Kikuo ¹¹⁰, em 1994, publicou um trabalho onde utilizou laser de Nd:YAG Q-switched, (10 W; 1Hz e fibra de 3 e 3,4 μm de diâmetro), em primeiros pré molares extraídos para determinar a quantidade ideal de energia necessária para aumentar a resistência do esmalte sem injúria ao mesmo. As amostras foram mergulhadas em 1 ml de ácido perclórico a 0,5 M por 10 segundos, por 18 vezes. Depois foi analisado no espectrofotômetro de absorção o conteúdo do cálcio dissolvido destas amostras. As amostras foram irradiadas com as seguintes densidades de energia: $37,5\text{ J}/\text{cm}^2$; $50\text{ J}/\text{cm}^2$, $62,5\text{ J}/\text{cm}^2$ e $75\text{ J}/\text{cm}^2$. Os dentes irradiados com $50\text{ J}/\text{cm}^2$ foram pouco desmineralizados e, a partir desta densidade de energia, as amostras apresentaram grande resistência ao ataque ácido, porém, com densidade de energia equivalente a $70\text{ J}/\text{cm}^2$ foram observadas muitas fendas no esmalte irradiado. Com densidade de energia de $65,5\text{ J}/\text{cm}^2$, houve acentuada diminuição da perda de cálcio do esmalte irradiado em relação ao grupo controle. Como conclusão o autor sugeriu que a densidade de energia ótima para promover alterações no esmalte sem danificá-lo estava em torno de $65\text{ J}/\text{cm}^2$, se estiver associado ao uso de um pigmento fotoabsorvedor. O autor, baseado em sua experiência clínica concluiu que o laser de Nd:YAG é bastante eficiente para a prevenção de cáries de superfícies lisas e de fissuras das superfícies vestibular e lingual de molares. Também ressaltou que, em cáries incipientes (manchas brancas ativas), a aplicação do laser de Nd:YAG (densidade de energia de $38,2\text{ J}/\text{cm}^2$) associado ao flúor é bastante eficiente no controle e prevenção da progressão da lesão de cárie.

Silvio Issao Myiaki ¹¹¹, em sua dissertação de mestrado, em 1995, irradiou com laser de Nd:YAG (potência 2,0 W, 20 Hz, e 100 mJ de energia por pulso, densidade de energia de $124,3\text{ J}/\text{cm}^2$ por pulso) dentes pré-molares, recém-extraídos, e concluiu que o

laser de Nd:YAG pulsado, nas condições de energia, utilizadas provocou vedamento de sulcos e fissuras de pré-molares em vários casos, que o vedamento parcial ou total dos sulcos e das fissuras ficou na dependência do tipo de sua abertura, extensão e profundidade. Ao Microscópio Eletrônico de Varredura a superfície irradiada apresentou estrutura rugosa com formações decorrentes da fusão e recristalização do esmalte e áreas adjacentes lisas.

Gutknecht et al ¹¹², em 1996, examinaram a possibilidade de se usar o laser de Nd:YAG (potência de 0,75, 1,0 e 1,25 W) para selar cáries dentais de sulcos e fissuras, clinicamente visíveis, de dentes humanos recém extraídos. Concluíram que a remoção da substância cariada somente foi possível em 40% dos casos. Com aumento da potência utilizada, ocorreu também um aumento dos efeitos secundários (fendas, porosidades e perda de substância) sem, entretanto, aumentar o efeito de selamento. A conclusão do grupo foi de que a irradiação nas vertentes dos sulcos e nas fissuras do esmalte podem remover o tecido cariado mas não promovem o selamento dos defeitos da superfície do esmalte.

Em 1996, Zhang et al ¹¹³ publicaram um trabalho onde avaliaram clinicamente o uso do laser de Nd:YAG (2 W de potência, 20 Hz, fibra de 320 µm de diâmetro, densidade de energia 48 J/cm²) associado ao flúor para prevenir processos cariosos da superfície radicular, *in vitro*. Esse tratamento já havia apresentado sucesso com o uso dos lasers de Ar e CO₂. Como resultado os autores observaram a penetração de flúor em uma faixa de 20 µm de profundidade da superfície da raiz. Quando a superfície radicular foi coberta com uma substância fotoabsorvedora antes da irradiação as alterações foram ainda mais significativas.

Cecchini^{114, 115}, em 1997, estudou o efeito do laser de Nd:YAG, no esmalte dentário, *in vitro*, através da análise de fluorescência de Raios X e ao Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). Foram usados 4 grupos de dentes recém extraídos. No primeiro grupo foi aplicado laser mais o flúor fosfato acidulado, no segundo, somente o laser, no terceiro, somente o flúor fosfato acidulado e no quarto o ácido perclórico. Os espécimes foram analisados antes e depois do tratamento final com ácido perclórico e algumas amostras do grupo 2 foram observadas no MEV. A conclusão deste trabalho foi a de que os dentes que tiveram maior resistência ao ataque ácido, foram os do grupo 1. Com essa metodologia usada não houve diferença de absorção de flúor nos grupos 1 e 3. O

MEV mostrou áreas de fusão e recristalização do esmalte, com crateras de tamanhos e profundidades diferentes.

Mais recentemente, Pelino¹¹⁶ e Cecchini et al¹¹⁷ realizaram um trabalho experimental utilizando 4 grupos de dentes recém-extraídos, onde aplicaram respectivamente; ácido perclórico, ácido perclórico e flúor fosfato acidulado, laser de Neodímio (80mJ/25Hz) mais flúor fosfato acidulado e ácido perclórico e laser de Nd:YAG (80 mJ/25Hz) mais ácido perclórico. Numa segunda etapa alguns dentes destas amostras foram submetidos a um meio de cultura com estreptococos mutans por 15 e 21 dias. O exame com raio X fluorescente apresentou uma grande resistência das amostras de esmalte que foram submetidas à radiação sem a presença de cavitações.

2.1.2. Lasers de CO₂

Após Stern e Sognaes (1972)⁹⁴ terem irradiado amostras de esmalte dental com laser de CO₂ e terem conseguido aumentar a sua resistência à desmineralização, na presença de ácidos, produzidos por placas bacterianas, muitas pesquisas foram realizadas também com o laser de CO₂, com a finalidade de se avaliar o real potencial desse laser na prevenção de cáries.

O laser de CO₂, assim como o laser de Neodímio, também promove alterações físicas na superfície estrutural do esmalte. Borggreveven et al¹¹⁸, em 1980, comprovou que ocorreram alterações químicas, além das alterações físicas, na estrutura superficial do esmalte irradiado com laser de CO₂. Pesquisando a permeabilidade a íons do esmalte fatiado de dentes de boi, observaram que o mesmo apresentou maior difusão de íons de um lado para outro depois das amostras terem sido irradiadas, mesmo com densidades de energia que induzissem à fusão desse esmalte.

Nelson et al⁸⁴, em 1986, tentaram correlacionar a melhor densidade de energia associada ao melhor comprimento de onda, que permitisse maior resistência do esmalte. Um vez que o esmalte dental apresenta maior absorção na região do espectro infravermelho, de 9,0 a 11,0 μm , e pouca absorção da luz visível, os autores utilizaram nesta pesquisa quatro comprimentos de onda: 9,32 μm , 9,57 μm , 10,27 μm e 10,59 μm , com pulsos variando de 10 a 50 J/cm². Concluíram que a condição mais efetiva para

aumentar a resistência do esmalte foi o comprimento de onda de $9,32\mu\text{m}$ associado a maior densidade de energia (50 mJ/cm^2). A maior densidade de energia (50 mJ/cm^2) foi também mais efetiva para todos os comprimentos de onda. Ao MEV observaram aumento da rugosidade do esmalte irradiado variando com o comprimento de onda utilizado, sendo maior com densidade de energia de 50 mJ/cm^2 . A uma melhor observação, verificaram que para o comprimento de onda de $10,59\ \mu\text{m}$ havia uma região central rugosa, coberta por uma camada glazeada, numa profundidade de $5\mu\text{m}$.

Peters et al ⁸⁵ 1991, chegaram a conclusões semelhantes quando irradiaram esmalte de um mesmo dente com laser de CO_2 (pulsado e não pulsado). Os autores irradiaram 10 dentes, onde fizeram 3 janelas em cada um deles. Uma janela foi usada como controle e as outras duas foram irradiadas com laser de CO_2 , nas seguintes condições: $2,5\text{ W}$ e 50 pulsos de $0,015$ segundos e $2,5\text{ W}$ e 1 pulso de $0,10$ segundos. Concluíramo exame com luz polarizada, que o esmalte irradiado, nas duas condições de energia, foram mais resistente à desmineralização por ácidos do que o esmalte controle.

Boran et al ⁸³, em 1991, aplicaram laser de CO_2 em amostras de esmalte de um mesmo dente, em duas condições diferentes de energia: 1 e $2,5\text{ W}$, por 15 segundos, distância focal de $1,5\text{ mm}$. Os dentes foram colocados em solução desmineralizadora por 12 dias. Como resultado não houve diferença estatisticamente significativa com as duas condições de energia utilizadas, mas as regiões irradiadas sofreram significativamente menor alterações com o ácido que as amostras controle. Concluíram que mesmo baixas intensidades de energia são suficientes para causar aumento na resistência do esmalte irradiado à desmineralização.

Em 1991, Slayton e Wefel ⁸⁶ irradiaram metade da superfície oclusal de 25 dentes molares com laser de CO_2 , pulsado, densidade de energia de 10 J/cm^2 , a outra metade não foi irradiada. O resultado apresentou redução de desmineralização do grupo irradiado, em relação ao grupo controle, ao redor de 40% , se na presença de flúor.

Em 1997, Brugnera et al ⁸⁷, num trabalho clínico, comparou os efeitos preventivos do laser de CO_2 e dos selantes resinosos em superfícies oclusais de primeiros molares de crianças de 6 a 11 anos. O grupo utilizou 112 dentes primeiros molares de 28 crianças: o dente 16 foi usado como controle; no dente 26 foi aplicado selante convencional; no dente 36 foi aplicado laser de CO_2 (2 W , emissão de 7 ppm e tamanho do pulso de 20 msec); no

dente 46 foi aplicado laser mais selante. Os resultados finais foram obtidos depois de 4 anos de avaliação e apresentaram, como mais eficaz na prevenção de cáries, a associação do laser de CO₂ com selantes, pois, segundo os autores, o esmalte tratado com laser apresenta maior retenção do selante sobre o mesmo.

Kantarowitz et al ⁸⁸, em 1998, publicaram estudo onde tentaram correlacionar o potencial de prevenção do laser de CO₂, pulsado com o número de pulsos. Foram irradiados dentes molares não erupcionados com laser de CO₂, em dois diferentes comprimentos de onda: 10,6µm e 9,6 µm com 1, 5, 25 e 100 pulsos. Todas as amostras foram colocados em situação que simulassem a progressão de cáries. Os lasers pulsados inibem a progressão de cáries em 87 % e os efeitos estão na dependência do número de pulsos. Em ambos os experimentos, um único pulso promove alguma inibição na desmineralização do esmalte e um aumento do número de pulsos aumenta o grau de inibição. Em ambos os comprimentos de onda testados, o número ótimo de pulsos é menor do que 25. A resistência à cárie não apresentou correlação com as alterações morfológicas encontradas no esmalte.

Hsu et al ⁸⁹, 1998, avaliaram o efeito da desmineralização no esmalte tratado com laser de CO₂ em soluções parcialmente saturadas (com cálcio e fosfatos) na presença ou não de íons flúor. Blocos de esmalte foram irradiados com laser contínuo de CO₂ e densidades de energia variando de 42,5 a 170 J/cm². As amostras foram então expostas a soluções desmineralizantes, parcialmente saturadas, com ou sem 0,2 ppm de flúor, a 30° C por 24 horas. O grau de desmineralização foi analisado qualitativamente por microscopia de luz polarizada e quantitativamente por microradiografia. Conclusão: a comparação entre as porções irradiadas do esmalte mostraram aumento da ácido-resistência proporcionalmente ao aumento da densidade de energia usada. Quanto maior a densidade de energia menor o desenvolvimento de lesões de desmineralização e especialmente na presença de flúor. Portanto, a irradiação do esmalte dental resulta em significativa redução da solubilidade do esmalte e ocorre um sinergismo significativo entre a irradiação laser e solução de flúor.

Conclusões semelhantes já haviam sido obtidas por Fox et al ⁹⁰, em 1992, que observaram que dentes tratados com laser de CO₂ e baixas densidades de energia (65 J/cm²) perdiam menos minerais na presença de alguns tipos de agentes químicos, quando submetidos a uma solução ácida.

Featherstone et al ⁹¹ encontraram resultados em prevenção de cáries com laser de CO₂ que variavam de 10 a 85% em relação ao grupo controle, em diferentes pesquisas realizadas. Em 1996, tentaram fazer a correlação entre a duração dos pulsos, frequência e vários comprimentos de onda dos lasers de CO₂ (9,3 μm; 9,6 μm; 10,3 μm e 10,6 μm) e o grau de resistência do esmalte. Concluíram que existe uma complexa relação entre os parâmetros usados para a irradiação que requerem uma cuidadosa observação entre a eficiência, mudanças na superfície do esmalte e cuidados com o aquecimento

Em 1997, Featherstone et al ⁹² pesquisaram os vários comprimentos de onda do laser de CO₂ (9,3; 9,6; 10,3 e 10,6 μm), 25 pulsos de 100 μs, densidade de energia de 0 a 6 J/cm², para verificar qual o potencial desses lasers em diminuir a solubilidade do esmalte dentário. Para os autores as alterações químicas que ocorrem no esmalte dental, como a perda do componente carbonato e a diminuição da reatividade do esmalte, são responsáveis pela maior resistência do esmalte irradiado. A maior perda do carbonato ocorreu com comprimentos de onda de 9,3 μm e 9,6 μm e densidade de energia de 4 J/cm². Esses comprimentos de onda requerem menor quantidade de energia laser do que os de 10,3 e 10,6 μm para o mesmo efeito final no esmalte dental.

Em 1998, Featherstone ⁹³ estudaram o laser de CO₂ pulsado com os mesmos comprimentos de onda do estudo anterior (9,3 μm; 9,6 μm; 10,3 μm e 10,6 μm). Utilizaram pulsos de 25, 50, 100, 200 e 250 mJ, 10 e 25 Hz, densidade de energia variando de 1 a 2,5 J/cm² para verificar o potencial desses lasers na inibição de cáries artificiais. A diferença entre os coeficientes de absorção dos diferentes comprimentos de onda dos lasers de CO₂ explicam o porquê a energia necessária é menor para o laser de comprimento de onda 9,6 μm produzir o mesmo efeito do laser de comprimento de onda de 10,6 μm. Os autores concluíram que densidades de energias relativamente baixas de 2,5 a 5 J/cm² são suficientes para a inibição de cáries para os comprimentos de onda de 9,3 μm e 9,6 μm).

2.1.3. Laser de Argônio

Goodman e Kaufman ⁶², 1977, sugeriram a possibilidade do laser de Argônio ser utilizado na prevenção de cáries, especialmente se associado ao fluoreto de sódio pois, segundo os autores, além de aumentar a concentração de flúor sobre o esmalte dental irradiado, houve diminuição acentuada do grau de dissolução do esmalte dental em soluções ácidas quando comparadas com as amostras do esmalte dental do grupo controle.

Oho e Morioka ⁶³, em 1987, estudaram os efeitos do laser de Argônio sobre a superfície do esmalte dental e encontraram maior resistência à descalcificação do mesmo com densidades de energia de 67 mJ/cm². Quando o laser foi aplicado em superfície previamente pintadas com pigmentos fotoabsorvedores, para melhorar a sua absorção pelo esmalte dental, a camada ácido resistente foi em torno de 144 µm para o esmalte dental pintado com tinta escura e de 59 µm para o esmalte dental pintado com tinta vermelha.

Hicks et al ⁶⁴, em 1995, concluíram que a associação do laser de Argônio, com baixa densidade de energia (10 J/cm²) com flúor fosfato acidulado promove um efeito benéfico no aumento da resistência de raízes dentais a cáries artificiais.

Westerman et al ⁶⁵, em 1999, também concluíram que aplicação do flúor fosfato acidulado seguido do laser de Argônio, (2,31 W, 10 segundos e densidade de energia de 11,5 J/cm²), poderia criar uma superfície radicular mais reativa que poderia reter depósitos de flúor e assim proteger a superfície radicular de cáries.

Em 1999, Blankenau et al ⁶⁶ conseguiu provar, *in vivo*, que o laser de Argônio é eficiente para diminuir a descalcificação do esmalte dentário. Dentes pré molares com extração indicada foram irradiados com laser de Argônio, densidade de energia de 12 J/cm², e foram preservados os dentes homólogos para controle. Os autores prepararam uma banda ortodôntica para retenção de placa em cada um dos dentes. Após 5 semanas as bandas foram removidas e os dentes foram extraídos. O esmalte foi examinado com microscópio de luz polarizada. Os autores conseguiram redução de descalcificação de 29,1% dos dentes irradiados em relação aos dentes controle.

Hicks et al ⁶⁷ comparou ao Microscópio Eletrônico de Varredura as alterações morfológicas de amostras de esmalte dental, de mesma procedência, ocorridas quando sobre esta amostra de esmalte se aplicou: flúor fosfato acidulado, flúor fosfato acidulado

seguido do laser de Argônio ($11,5 \text{ J/cm}^2$) e somente laser de Argônio ($11,5 \text{ J/cm}^2$). Concluíram que o esmalte dental sadio exposto à irradiação do laser de Argônio ou em combinação com o flúor fosfato acidulado podem apresentar alterações morfológicas que facilitem a captação de flúor ou outros minerais que possam modificar a superfície deste esmalte e aumentar a ácido resistência do mesmo.

Anderson, J.R. et al ⁶⁸ conseguiu reduzir a formação de cáries artificiais em 29% com laser de Argônio com baixa densidade de energia ($11,5 \text{ J/cm}^2$) associado ao fluoreto de sódio e em 25% com laser de Argônio com baixa densidade de energia ($11,5 \text{ J/cm}^2$) e flúor fosfato acidulado.

2.1.4. Laser de Hólmio

Zezell et al ^{75, 76, 78, 79}, em 1997, fizeram um estudo da microdureza do esmalte dentário e da resistência adquirida por aquele quando submetido ao laser de Hólmio. Concluíram que houve aumento da microdureza do esmalte e, quando as amostras foram expostas ao ácido perclórico, a perda de cálcio foi menor do que a do grupo controle indicando a possibilidade do laser de Hólmio também ser utilizado em prevenção de cáries.

Bonk ⁷⁷, em sua tese de mestrado, comprovou as modificações físicas ocorridas na superfície do esmalte dentário irradiado com laser de Hólmio e o aumento da dureza Vickers, desta superfície.

2.1.5. Laser de Érbio

O laser de Érbio também foi investigado em seu potencial preventivo. Morioka et al ¹¹⁹, em 1991, concluiu em um trabalho experimental que o laser de Er:YAG produziu alterações no esmalte dental semelhantes às aquelas alterações produzidas no esmalte dental pelo laser de Nd:YAG e que a ácido-resistência adquirida na superfície e na subsuperfície do esmalte é maior com o laser de Er:YAG do que com o laser de Nd:YAG. Na presença de pigmentos fotoabsorvedores pretos o laser de Er:YAG produz uma ácido-resistência maior do que na presença de pigmentos brancos, e estes últimos causam menor grau de alterações no esmalte.

Hossain et al ¹²⁰, mais recentemente, também testaram o laser de Er:YAG para prevenção de cáries, na presença ou não de jato de água. Concluíram quem, em ambas as circunstâncias, a irradiação com laser de Er:YAG sobre o esmalte dental causou alterações que propiciaram maior ácido-resistência do esmalte irradiado em relação às amostras do grupo controle.

Fried et al ¹²¹, 1996, também comprovam que os lasers de Er:YAG e Er:YSGG, em diferentes condições de energia apresentam potencial tanto para a remoção de tecido cariado como para a prevenção de cáries.

2.2. Resposta pulpar à ação dos lasers

Zach e Cohen, em 1965¹²², provaram que o aumento da temperatura dentro da câmara pulpar acima de 5^o C causa necrose d polpa. A irradiação do esmalte dental com diferentes tipos de lasers causam um aumento da temperatura na sua superfície e conseqüentemente aumento da temperatura no interior da polpa. Assim foram necessárias várias pesquisas que pudessem estabelecer parâmetros adequados de irradiação com lasers sobre o esmalte dental que aliasse as necessidades da clínica odontológica com a preservação da vitalidade da polpa.

J. C. Adrian et al ⁵². foram um dos primeiros autores que se interessaram pelos efeitos do laser sobre a polpa dental. Em 1971, Adrian et al ⁵², fizeram um estudo correlacionando as alterações histológicas e morfológicas da resposta pulpar à radiação laser na tentativa de determinar a relação entre a quantidade de energia depositada sobre o esmalte dental e a reação deflagrada pela polpa. Esses autores irradiaram dentes de cães com laser de rubi, *in vivo*, com densidades de energia variando de 1800 a 2330 J/cm². Depois de dois dias, extraíram os dentes dos cães e prepararam os cortes histológicos para avaliação ao Microscópio Óptico. Em nenhum dente foram observadas alterações na superfície do esmalte, na área irradiada, a não ser pequenas manchas esbranquiçadas. O resultado apresentou alterações pulpares, em todos os níveis, como necrose, coagulação, edema e infiltrado de células inflamatórias.

Em um outro trabalho, em 1977, Adrian¹²³ comparou as respostas pulpares ao laser de Nd:YAG aplicado à superfície vestibular de dentes incisivos de macacos Rhesus com as respostas pulpares dos dentes de cães, com laser de rubi do trabalho anterior⁵². O autor irradiou 4 incisivos de 2 macacos. Os dentes foram extraídos depois de dois dias. O exame histológico, deste segundo trabalho, revelou que, mesmo com maiores densidades de energia (4494 J/cm^2), a área afetada no tecido pulpar estava sempre delimitada por tecido pulpar normal, sugerindo que a polpa é mais resistente a injúrias com o laser de Neodímio do que com o laser de rubi, mesmo usando-se maiores densidades de energia.

Melcer et al ¹²⁴, em 1985, aplicaram laser de CO₂ em preparos cavitários de classe V, em 14 dentes de macacos e 20 dentes de cães da raça beagle. Os dentes foram extraídos após 1 mês. Condições de energia: próximo de 3W, diâmetro do feixe 300 μm . Os dentes foram irradiados 8 vezes com pulsos de duração de 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 e 2 segundos. Um mês depois, dois dentes foram extraídos e então preparados os cortes histológicos das polpas. Conclusão: a emissão do feixe do laser com baixa voltagem (3W) e pequenos períodos de emissão (até 1 s) produziu rápida e constante dentinogênese reacional sem alterações necrótica das polpas examinadas.

Miserendino et al ¹²⁵, em 1989, publicaram um trabalho onde mediram as alterações térmicas do interior da cavidade pulpar de dentes molares irradiados com laser de CO₂, modo contínuo. Os autores usaram dentes terceiros molares recém erupcionados, não cariados, com polpa bastante ampla. Foi cortada a raiz mesial de cada dente e foi escavado o conteúdo pulpar da região, onde se acomodou um termoresistor. Os dentes foram irradiados externamente, na superfície vestibular, com potências de 2,4,6,8 e 10 W, diâmetro focal de 1mm e duração de 0,5 a 2,5 s. Cada aferição foi feita 4 vezes. Resultado: potência abaixo de 10 W podem gerar elevação de temperatura de até 5,5 °C, o que está ao redor do nível de tolerância da polpa. Quanto maior o tempo de exposição ao laser, maior foi a variação de temperatura no interior da polpa.

Powell et al¹²⁶ em 1989, irradiaram, com laser de CO₂, modo contínuo, a face vestibular (a 1,5 mm da crista marginal) de 21 dentes bicúspides de 5 cães. A densidade de energia variou de 13 a 102 J/cm^2 , potência de 2 a 8 W e tempo de

exposição de 0,5 e 10 s. Depois de dois dias, os dentes foram extraídos e foi feito o preparo histológico de suas polpas. A avaliação histológica das secções seriadas dos dentes submetidos ao laser não mostrou danos pulparem ou alterações inflamatórias de nenhum dos dentes irradiados, em relação aos dentes usados como controle.

White et al,¹²⁷ em 1990, concluíram que não houve danos à polpa de dentes terceiros molares, onde se irradiou esmalte e dentina, com laser de Nd:YAG nas seguintes condições de energia: 20, 36, 60, 90, 120 e 240 J, diâmetro da fibra 200 µm e distância focal de 5mm, quando comparados à polpa dos dentes controle.

Em 1992, White et al¹²⁸ expuseram esmalte e dentina de dentes terceiros molares, recém extraídos, livres de cáries, ao laser de Nd:YAG, pulsado, por 1, 10 e 30 s., com fibra de 320 µm de diâmetro; 0,3 a 3,0 W; 10 a 30 Hz, e de 30 a 150 mJ/pulso. Foi usado um termômetro infravermelho para medir a temperatura máxima da superfície aquecida e a distância de penetração do calor. Os valores encontrados foram comparados a valores encontrados quando do uso de brocas de alta rotação refrigeradas a ar. Resultado: a temperatura da superfície do esmalte foi maior com o laser de Neodímio, no entanto, o diâmetro da superfície de aquecimento e a distância de penetração do calor, em direção à polpa foi menor com o laser de Neodímio do que com a broca refrigerada a ar. Nestas condições os autores concluíram que o laser de Neodímio pulsado pode ser aplicado sobre o esmalte e dentina sem causar danos pulparem.

Anic et al¹²⁹, em 1992, mediram as alterações de temperatura da câmara pulpar ocorridas em dentes molares irradiados com laser de CO₂ contínuo. Foram preparadas cavidades de restauração de classe I na superfície oclusal de molares e que foram expostas ao laser de CO₂, nas seguintes condições de energia: 0,5; 1; 1,5; 2; 4 e 6 W, tempo de exposição 0, 5, 10, 15, 20 e 30 s., feixe com diâmetro de 1 e 1,5 mm. Foram medidas as temperaturas, com termômetro, no interior da câmara pulpar antes, durante e depois da irradiação de 100 dentes. Resultado: para potência de 0,5 e 1,0 W, laser de CO₂, modo contínuo, diâmetro da fibra de 1,5 mm e 10 s. de exposição, houve vaporização e carbonização do tecido dentinário do fundo da cavidade de classe I de molares, mas o aumento de temperatura não foi suficiente para causar injúrias ao tecido pulpar.

Goodis et al ¹³⁰, em 1992, publicaram um estudo onde examinaram os efeitos na polpa, do laser de Nd:YAG aplicado sobre o esmalte dental, *in vivo*. Os autores aplicaram laser de Nd:YAG nas faces lingual ou vestibular de 30 dentes terceiros molares, hígidos, erupcionados, sem trauma oclusal, com testes de vitalidade pulpar positivos e que apresentavam extração indicada. Parâmetros do laser: 0,3 a 3,0 W, 10 a 30 Hz e pulsos de 30 a 150 mJ, fibra de 320 µm de diâmetro, por 2 minutos. Depois de um mês os dentes foram extraídos e preparados os cortes histológicos. Em nenhum corte histológico houve demonstração de efeitos deletérios à polpa. Todos os dentes continuaram vitais e assintomáticos depois de um mês. Os autores concluíram que a aplicação do laser de Nd:YAG nestas condições de energia, não trouxeram nenhum dano à polpa.

White et al ¹³¹, em 1993, publicam um estudo onde analisaram os efeitos da remoção de cáries com laser de Nd:YAG, sobre a polpa dental, após 3 anos. Foram removidas cáries nas superfícies vestibular, mesial, distal ou lingual de 163 dentes variados de 97 pacientes (57% das lesões estavam confinadas ao esmalte e 43% das lesões se estendiam à dentina). As cavidades resultantes foram fechadas com materiais restauradores diversos. Condições do laser: 1,0 W, 10 Hz com 100 mJ por pulso. Após 3 anos foram reavaliados 35 pacientes do total de 57. Nesta ocasião foram feitos testes de vitalidade pulpar e exames radiográficos. Nenhum paciente relatou dor pós operatória e todos os dentes responderam positivamente aos testes de vitalidade pulpar na avaliação final.

Ancoria, et al ¹³², em 1994, fizeram um trabalho tentando correlacionar o limiar de sobrevivência da polpa de dentes de ratas, após tratamento com laser de Nd:YAG pulsado, modo contato/superfície. Os dentes foram extraídos e avaliados depois de uma e seis semanas. Concluíram que houve dois limiares de sobrevivência das polpas dessas ratas: 30 mJ/60 Hz e 60 mJ/30 Hz. Cabe lembrar que a espessura da dentina nos dentes de ratos é muito mais fina (aproximadamente 0,75 mm) do que a dentina de dentes humanos (aproximadamente 1,75 mm). Com base nas condições de energia utilizadas, os autores concluíram que a alta taxa de repetição não apresentou maior significado no grau de atividade pulpar do que a baixa taxa de repetição. Entretanto, a

camada de dentina reparadora foi o dobro nos dentes irradiados em relação ao grupo controle.

White et al¹³³, em 1994, tentaram quantificar as alterações de temperatura no interior da polpa dental, com a espessura de dentina presente no dente, durante da irradiação com laser. Os autores usaram dentes uniradiculares, recém extraídos. Foi colocado um termômetro no interior do canal radicular preparado para esta finalidade. As condições de energia foram as seguintes: 0,3 a 3 W, 10 a 20 Hz, fibra de 320 µm de diâmetro e densidade de energia de 37,5 a 187,5 J/cm². Concluíram que a temperatura intra pulpar aumenta com o aumento dos parâmetros usados do laser: potência e taxa de repetição; e que a temperatura intra pulpar diminui com o aumento da espessura de dentina remanescente, sendo que quando a espessura da dentina for menor do que 1 mm o aumento da temperatura intra pulpar é mais acentuado.

White et al¹³⁴, em 1995, descreveram um estudo comparativo, onde analisam o grau de injúria à polpa durante a remoção de cáries com o laser de Nd:YAG, pulsado e o método convencional (alta rotação associado a brocas). Os dentes foram avaliados depois de uma semana, um mês e três meses. Depois de 3 meses todos os dentes apresentaram testes de vitalidade positivos. Concluíram, portanto, que não houve diferença significativa para a vitalidade pulpar em função da condição de tratamento. Os dois métodos de remoção de cáries apresentam o mesmo grau de segurança para a polpa, nas condições aqui descritas.

Yu et al¹³⁵, 1995, estudaram, *in vitro*, o aumento da temperatura no interior da câmara pulpar em dentes humanos que irradiaram com laser de Nd:YAG, nas seguintes condições de energia: 5 a 20 W, fibras de 200 a 600 µm de diâmetro, pulsos de 50 e 100 ms, taxa de repetição de 1-5000 Hz. O tempo de irradiação foi de 10s por vez. Os dentes foram cortados no sentido mesio-distal e foi introduzido um micro termômetro no interior da câmara pulpar em contato com a parede pulpar. Resultado: com 5 W de potência e fibra de 600 µm de diâmetro, quase não ocorreu alterações na temperatura da polpa, em quaisquer outras condições: pulso, taxa de repetição, duração. Fazendo-se movimentos com o laser pela superfície do dente, a temperatura se reduz, mas não muito significativamente. Colocando-se os dentes imersos em água houve uma

diminuição significativa da temperatura. Deve-se considerar que, *in vivo*, esta situação tende a ser melhor, pois há a presença dos fluidos corporais e da corrente sanguínea, que ajudariam a dissipar o calor.

Zezell et al¹³⁶, em 1996, estudaram as alterações de temperatura no interior de câmaras pulpares, durante a aplicação de laser de Hólmio, na superfície do esmale dental. Foram usados dentes humanos recém extraídos que foram divididos em dois grupos. O ápice radicular de cada dente foi amputado e foi introduzido no interior da câmara pulpar um micro termômetro. No grupo 1, a cavidade pulpar se encontrava vazia e, no grupo 2, a cavidade pulpar foi preenchida para simular a circulação sanguínea no interior da polpa. Os dois grupos foram irradiados com laser de Hólmio, pulsado, com energia de 500 mJ/pulso, com 30 pulsos, na mesma posição, densidade de energia igual a 2.079 J/cm². Resultado: no grupo 1, a temperatura aumentou 2 °C e, no grupo 2, aumentou 3,8 °C. Como o esperado é que, *in vivo*, a temperatura aumente menos do que *in vitro*, devido à dissipação do calor pelos fluidos pulpares e pela corrente sanguínea, o grupo concluiu que os resultados estão dentro dos limites de tolerância de aumento de temperatura para o interior da polpa.

3. PROPOSIÇÕES

Baseados em trabalhos realizados com lasers em prevenção de cáries ao longo dos últimos 30 anos por diferentes autores e baseados no fato de que a cárie oclusal ainda apresenta índices de incidência bastante elevados, os objetivos deste trabalho foram:

1. Encontrar um pigmento biocompatível que facilite a absorção do laser de Nd:YAG pelo esmalte dental sem comprometer a estética.
2. Avaliar clinicamente a eficiência da irradiação do esmalte dental com o laser de Nd:YAG, associado ao flúor fosfato acidulado, na prevenção de cáries de sulcos e fissuras das superfícies oclusais de dentes molares e pré-molares, em crianças e adolescentes.

4. ESTUDOS PRÉ-CLÍNICOS DOS MÉTODOS POTENCIALIZADORES DOS EFEITOS DOS LASERS DE NEODÍMIO EM TECIDOS DUROS

O objetivo deste estudo pré clínico, *in vitro*, foi o de analisar, ao Microscópio Eletrônico de Varredura, amostras de esmalte dental cobertas com diferentes corantes biocompatíveis, previamente à aplicação do laser de Neodímio, em diferentes condições de energia. A escolha do pigmento deve recair sobre aquele que apresente o maior número de requisitos ideais: ser biocompatível, ter baixa tensão superficial (para facilitar a aplicação sobre o esmalte), ser de rápida e fácil remoção da superfície oclusal e, que também, promova a fusão da superfície do esmalte dental, de modo semelhante à fusão que ocorre no esmalte dental coberto com tinta nanquim, previamente à aplicação do laser de Neodímio.

O laser de Nd:YAG emite luz de comprimento de onda de 1064 nm situado na região do infravermelho próximo do espectro eletromagnético (Figura 2). Nesta região a luz não é bem absorvida pela água e superfícies não pigmentadas, como o esmalte dental mas, é bem absorvida pela hemoglobina, melanina e outros pigmentos cromóforos. Assim, o laser de Nd:YAG atua, mais eficientemente, quando o seu feixe de luz é aplicado na presença de pigmentos escuros, ou seja, ocorre um aumento da absorção laser pela superfície do esmalte dental se neste for depositada uma substância de cor escura como, por exemplo, a tinta nanquim^{97,104, 107,109, 111, 114, 115,137,138,139}.

A deposição de pigmentos fotoabsorvedores sobre o esmalte dental antes, da aplicação de lasers pulsados, aumentam consideravelmente a absorção da energia pelo mesmo. Esta técnica limita o depósito de energia de um pulso curto do feixe laser a um pequeno volume de tecido, evitando que o feixe penetre excessivamente para dentro da estrutura dental. Com menor aumento de temperatura nos tecidos ao redor do tecido irradiado, obtém-se um método mais eficiente e seguro de se usar os lasers de emissão pulsada, com menores riscos de danos à polpa^{137,138}.

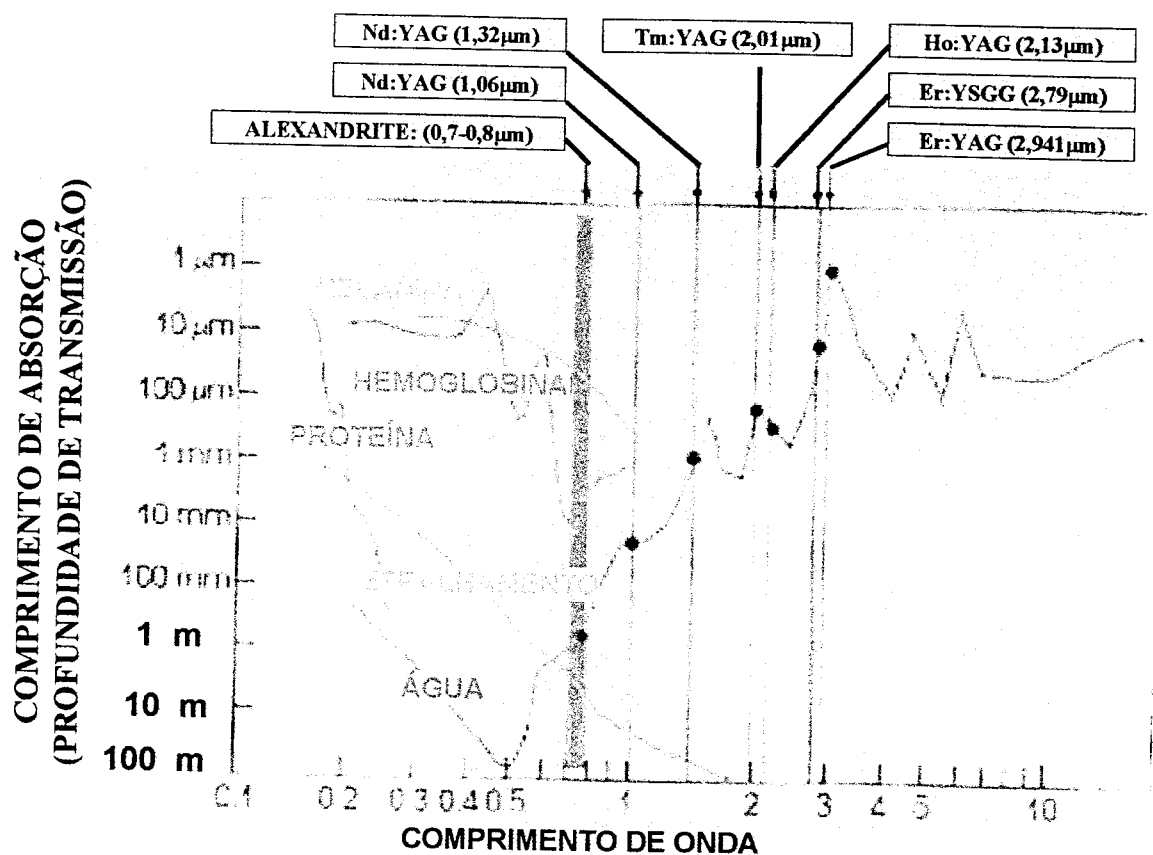


Figura 2. Absorção e profundidade da transmissão dos componentes do tecido biológico em função do comprimento de onda¹⁴⁰

4.1. Materiais e Métodos

4.1.1 Materiais

Dentes

Foram utilizados 12 dentes terceiros molares, com as superfícies oclusais íntegras e 15 dentes incisivos inferiores com as superfícies vestibulares também íntegras, do banco de dentes da FOU SP. Todas as amostras tiveram as raízes seccionadas, com discos de diamante). Os dentes foram armazenados em soro fisiológico, à temperatura ambiente.

Laser

Foi utilizado o equipamento laser de Nd:YAG, pulsado (Pulse Master 1000 ADT - USA), emitindo comprimento de onda de 1,064 μm , energias de 30J a 300J, potências até 10W e frequências de 10Hz a 100 Hz.

As amostras foram irradiadas nas seguintes condições de energia: 0,6 W, 60 mJ e 10 Hz (densidade de energia de 84,9 J/cm^2); 0,9W, 60 mJ e 15 Hz, (densidade de energia de 84,9 J/cm^2); 0,8W, e 80 mJ e 10 Hz (densidade de energia de 113,1 J/cm^2) e fibra de 300 μm de diâmetro, modo contato.

Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

Foi utilizado o Microscópio Eletrônico de Varredura, (Phillips, LX 30, Eindhoven, Holland), do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN).

4.1.2. Métodos

Foi testada a eficiência de 4 tipos diferentes de corantes biocompatíveis: (a) tinta naquim (usada como referência); (b) tinta usada para maquiagem de olhos (delineador hidrossolúvel) à base de óxido de ferro; (c) evidenciador de placa bacteriana (nome comercial Sic caries da Ultradent, USA); (d) corante à base de pó de carvão, partículas de 10 μm de diâmetro, numa mistura com água e etanol ¹³⁹.

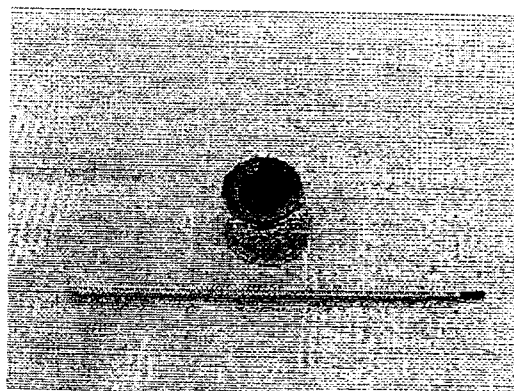


Figura 3. Solução de carvão.

Esta mistura é feita de modo a formar uma pasta de consistência fluida que aplicada com pincel, sobre a superfície do esmalte forme uma camada fina que se espalhe sobre o mesmo. Como o carvão em pó encontrado comercialmente não apresenta este diâmetro de partícula, o mesmo foi triturado em gral de porcelana por 10 minutos. O pó resultante foi mandado para análise dimensional e os resultados estão apresentados na figura 4.

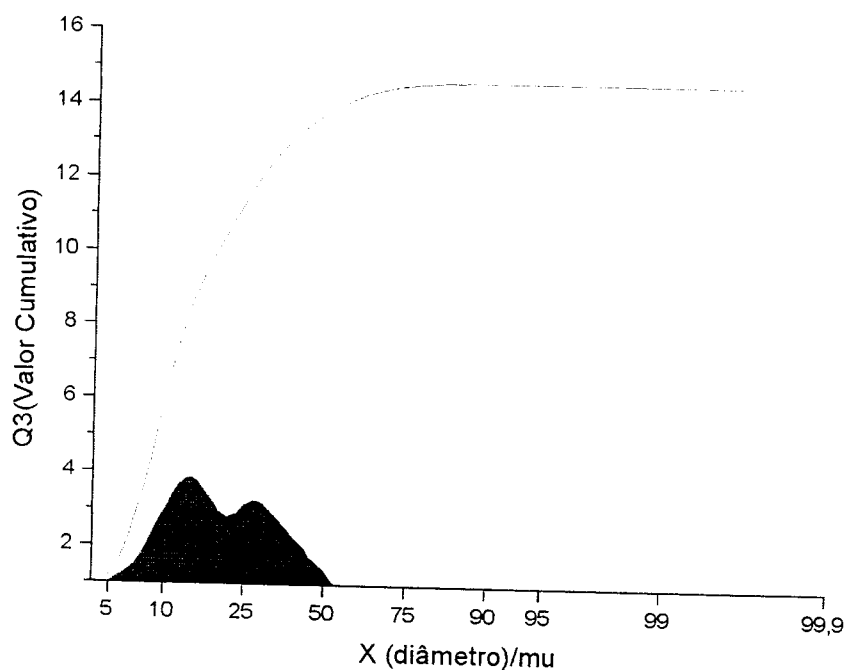


Figura 4. Figura Resultado da análise dimensional do grão de carvão

Os quatro tipos diferentes de corantes foram aplicados sobre distintas amostras de esmalte liso e sobre as amostras de superfícies oclusais. Todas as amostras foram previamente limpas com taça de borracha, pedra pomes e água, nas superfícies lisas. Nas superfícies oclusais a limpeza foi feita com escovas cônicas pedra pomes e água. As amostras foram então irradiadas com laser de Neodímio, nas condições de irradiação da tabela 1, varrendo-se toda a superfície das amostras de esmalte liso e todos os sulcos fissuras da superfícies oclusais. Uma amostra de esmalte liso foi irradiada sem nenhum pigmento intermediário, nas três condições de energia.

Tabela 1. Condições de energia x pigmentos fotoabsorvedores

	(a) Nanquim	(b) Delineador	(c) Evidenc. de placa	(d) Sol. Carvão	(e) Controle
60 mJ/10Hz	Superfície oclusal de molares e Superfície vestibular de incisivos.				Superfície vestibular de incisivos.
60 mJ/15 HZ					
80 mJ/10 Hz					

As amostras de esmalte liso (face vestibular dos dentes incisivos) foram limpas em aparelhos de ultrassom e desidratadas em concentrações crescentes de álcool etílico (70-100%). Depois permaneceram em dessecador até serem recobertas por metal e posteriormente submetidas ao exame no MEV.

As amostras das superfícies oclusais foram limpas inicialmente com escovas cônicas, pedra pomes e água e depois com álcool etílico, para exame macroscópico, verificação dos resíduos deixados pelas substâncias fotoabsorvedoras.

4. 2. Resultados dos estudos pré clínicos

Analisando-se macroscopicamente as amostras da superfície oclusal observou-se que o corante (c) à base do evidenciador de placa bacteriana foi o mais difícil de ser removido, tanto da superfície do esmalte liso quanto das amostras da superfície oclusal, pois o mesmo penetra em microfendas existentes no esmalte não se conseguindo a sua remoção. O corante (a), tinta nanquim, apresentou remoção bastante difícil, com a permanência de resíduos em alguns sulcos e fissuras. O pigmento que propiciou boa remoção foi o corante (d), solução de carvão.

As micrografias das amostras de esmalte dental lisas irradiadas com laser de Nd:YAG após a aplicação do corante, figuras 4 e 5, mostram que:

- ✓ naquelas amostras onde se aplicou os corantes de nanquim e solução de carvão seguramente houve fusão do esmalte, com zonas de fusão e resolidificação do esmalte;
- ✓ houve fusão nas amostras pintadas com o corante (b) delineador;
- ✓ houve muito pouca fusão do esmalte das amostras pintadas com o corante (c), evidenciador de placa..

Microscopicamente o pigmento à base de carvão apresentou aspectos de fusão do esmalte irradiado com áreas de fusão e resolidificação características, (em todas as condições de energia), semelhantes ao aspecto de fusão encontrado por outros autores^{98, 101, 111, 114, 115, 137}, quando o iniciador utilizado foi a tinta nanquim.

Macroscopicamente o corante, à base de solução de carvão, apresentou remoção mais favorável do que os outros corantes testados até o momento, penetrando nos sulcos e fissuras de modo pouco profundo e sendo removido com uma simples profilaxia com escovas cônicas, pedra pomis e água. Um dos resultados deste estudo pré-clínico é apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Resultado da análise macroscópica e microscópica

Condições do esmalte	<i>Pigmentos</i>			
	<i>Nanquim</i>	<i>Delineador</i>	<i>Evidenc. placa</i>	<i>Carvão</i>
Fusão/resolidificação (Dentes incisivos) Análise MEV.	Acentuada	Acentuada	Muito pouco acentuada	Acentuada
Presença de resíduos do pigmento (Dentes molares) Análise macroscópica	Sim	Sim	Sim	Não

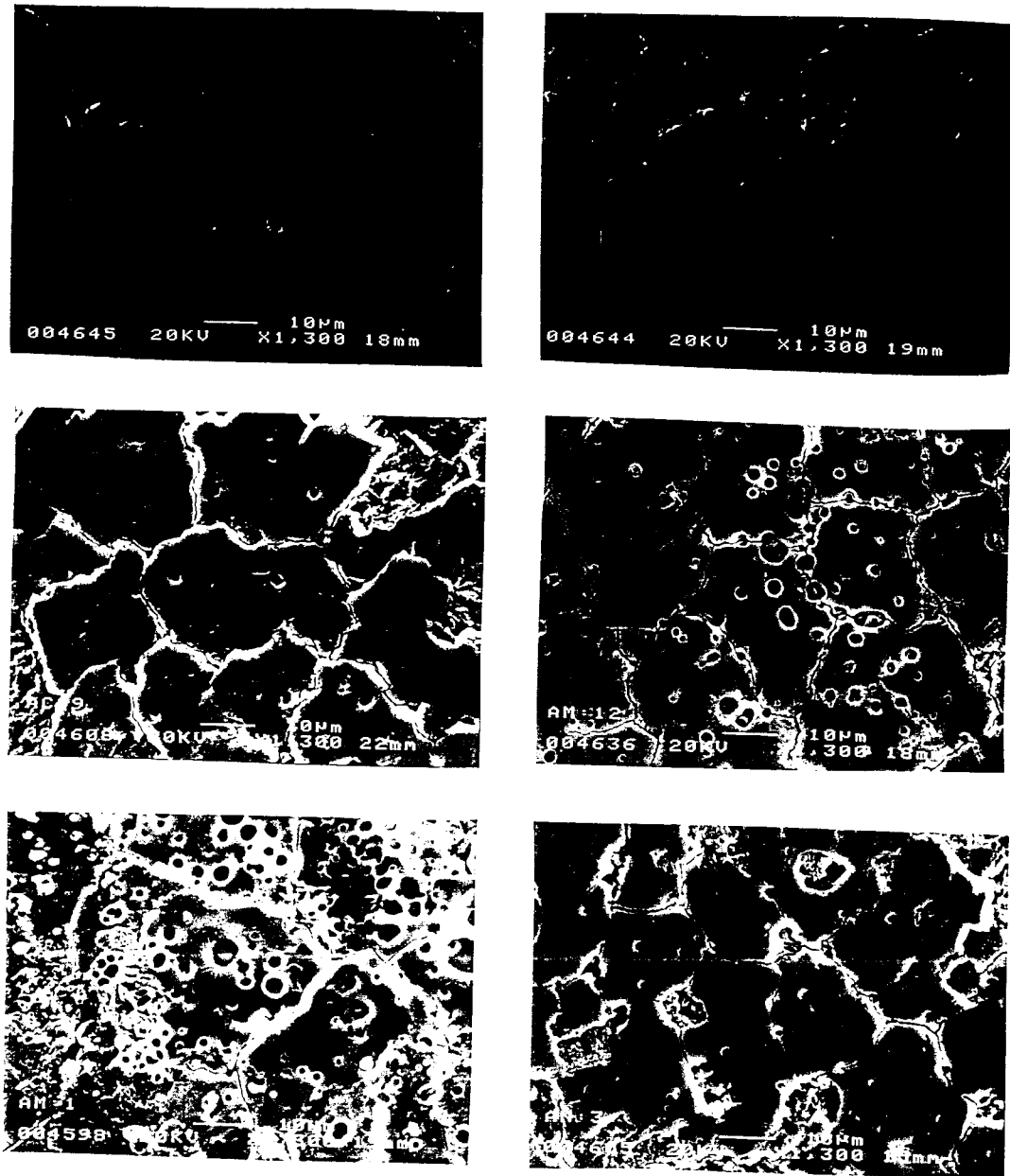


Figura 5. Micrografias da superfície do esmalte dental irradiado com laser de Nd:YAG (60mJ/10Hz, densidade de energia de $84,9 \text{ J/cm}^2$) e diferentes pigmentos. Figura (a)-sem pigmento; (b)evidenciador de placa; (c) solução de carvão ; (d) solução de carvão (3X); (e) delineador; (f) nanquim. Aumento de 1300x.

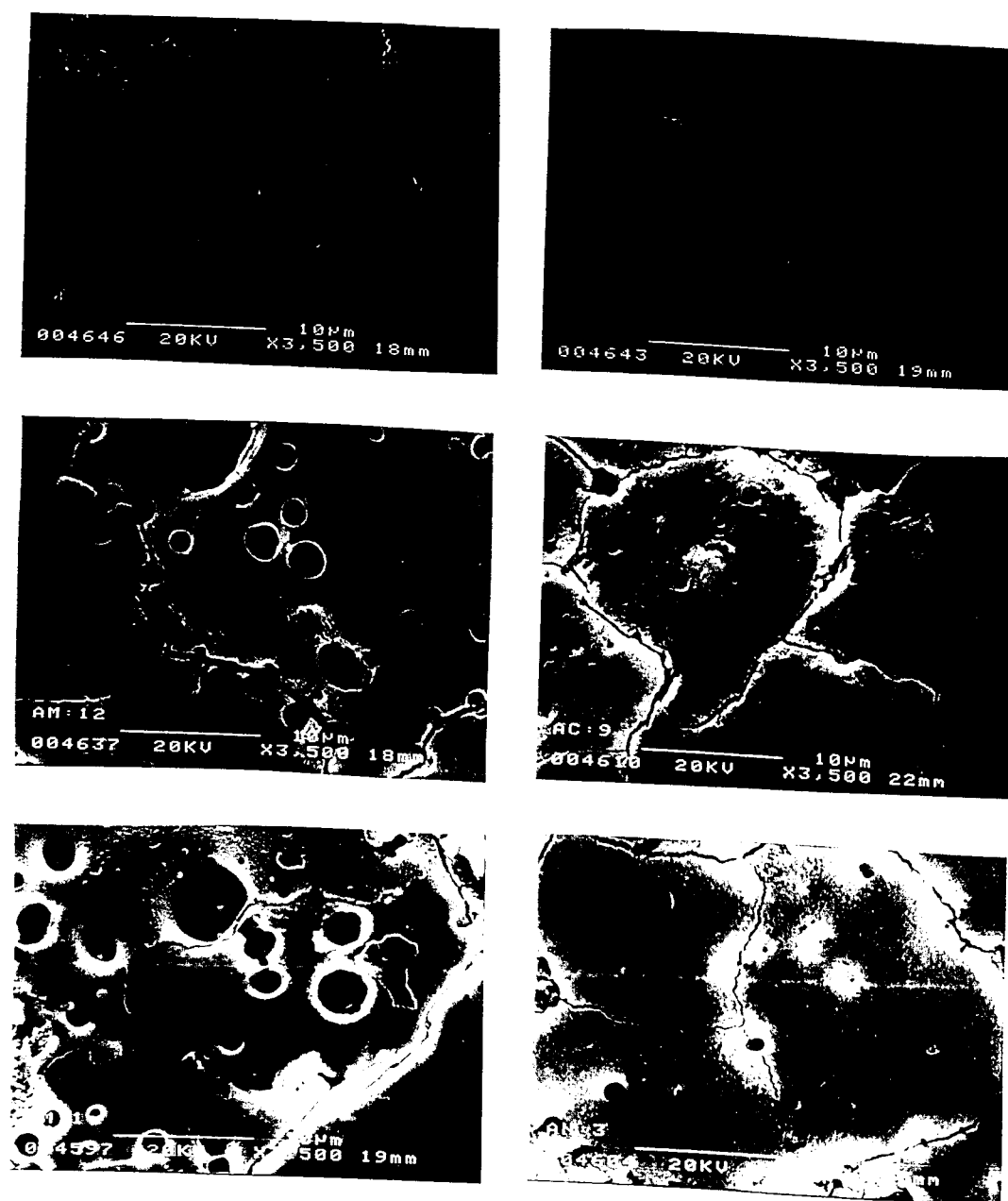


Figura 6. Micrografias da superfície do esmalte dental irradiado com laser de Nd:YAG (60mJ/10Hz, densidade de energia de 84,9 J/cm²) e diferentes pigmentos. Figura (a)-sem pigmento; (b) evidenciador de placa; (c) solução de carvão; (d) solução de carvão (3X); (e) delineador; (f) nanquim. Aumento de 3500x.

4.3. Discussão do estudo pré-clínico

O laser de Nd:YAG é apropriado para o uso clínico na prevenção de cáries, pois aumenta a resistência à descalcificação do esmalte dentário com menor riscos de danos aos tecidos adjacentes, apresentando facilidade de utilização¹⁰⁴. Contudo, sem a presença de um pigmento mediador fotoabsorvedor somente uma pequena porção da energia do laser vai ser absorvida, enquanto que o restante desta energia pode ser refletida ou transmitida pela dentina, sendo convertida na forma de calor, podendo inclusive causar danos pulpares. A energia do laser pulsado que, normalmente seria refletida ou dispersa, é canalizada para a interface tecido/pigmento na presença destas substâncias mediadoras, propiciando uma alteração da superfície do esmalte dental com o uso de uma menor quantidade de energia^{138, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146}.

Morioka et al¹³⁷, em 1984, testaram o efeito de vários tipos de substâncias fotoabsorvedoras sobre o esmalte dental, antes da aplicação do laser de Nd:YAG, para verificar o seu efeito no aumento da resistência do esmalte à ação de ácidos. As substâncias estudadas foram: tinta nanquim à prova d'água; tinta da Índia para escrita e desenho; tinta de polvo e melanina. Como resultado obtiveram que a tinta nanquim à prova d'água foi a mais apropriada para o uso com o laser de Nd:YAG pulsado, e a tinta da Índia para escrita e desenho foi a mais apropriada para o uso com o laser de neodímio Q-switched.

Atualmente a tinta nanquim é comprovadamente adequada para aumentar a absorção do laser pulsado de Neodímio^{102,109, 111, 114,115,137,138,139,146}, porém quando utilizada sobre a superfície oclusal dos dentes é extremamente difícil de ser removida dos sulcos e fissuras mais profundos presentes nesta região, deixando uma leve mancha escura, de difícil remoção total. Bahar et al.¹⁰⁹ sugere a remoção residual do nanquim com etanol a 99%. Este trabalho verificou que mesmo com este procedimento, resquícios da tinta nanquim podem permanecer até meses sobre a superfície oclusal dos molares, aprisionados em algumas fissuras. Este fato é esteticamente incompatível e pouco aceitável, quando a finalidade a que se destina o uso do laser é a prevenção de cáries de sulcos e fissuras. É possível que a permanência da tinta nanquim nos sulcos e fissuras seja bastante duradoura, devido ao fato dela ser uma substância bastante fluida e portanto ter

maior capacidade de penetrar naqueles sulcos dentais onde a base é maior do que a sua abertura, favorecendo a sua permanência neste sítio, durante um tempo mais prolongado.

Hess ¹⁴⁴ demonstrou que a aplicação de 238,8 J/cm² de densidade de energia com laser de Neodímio não foi suficiente para causar qualquer alteração sobre a superfície do esmalte dental. No entanto, a mesma densidade de energia aplicada sobre o esmalte dental coberto por um iniciador fotoabsorvedor, foi suficiente para produzir significativas alterações na superfície do esmalte, atuando inclusive como um condicionador do mesmo.

Esenaliev et al ¹⁴⁵ compararam o efeito de ablação dos lasers de neodímio contínuo e pulsado sobre os tecidos dentais. Concluíram que o laser emitindo pulsos longos obteve maior efeito de ablação acompanhado de menor injúria térmica e efeitos colaterais aos tecidos circunjacentes, na presença de uma quantidade ideal de corante indocianina verde.

Uma outra vantagem correlacionada ao uso de pigmentos fotoabsorvedores associados ao laser de Nd:YAG é o seu efeito bactericida. Sobre uma determinada cepa bacteriana, os efeitos do laser também foram potencializados na presença de tinta nanquim, em relação ao grupo controle, reduzindo a quantidade total de energia necessária para o mesmo efeito, e com menor transmissão de calor, num trabalho de Rooney et al. ¹⁴⁷.

4.4. Conclusão do estudo pré-clínico

O fato da tinta nanquim não ser removida com facilidade, torna-a incompatível esteticamente com a função de promover a prevenção de cáries. Deste modo o pigmento à base de solução de carvão se torna o mais adequado, pois alia a rápida remoção com a alteração da estrutura dental necessária para a técnica de prevenção.

Baseados nos resultados obtidos com este trabalho concluiu-se que a melhor opção para o uso de pigmentos absorvíveis é o carvão pulverizado dissolvido em água e etanol, aplicado antes do laser, com energia de 0,6 , 60 mJ e frequência de 10 Hz , sendo esta energia entregue através de fibra óptica de quartzo de 300 µm de diâmetro resultando em densidade de energia de 84,9 J/cm². Aplica-se o corante e em seguida se faz a irradiação com o laser de neodímio varrendo-se toda a superfície pintada até se remover todo o

corante, sempre com intervalos de tempo de, no mínimo, 20 segundos entre as repetições, para que haja tempo de resfriamento do esmalte pela circulação sanguínea da polpa. Repete-se esta operação por três vezes na mesma sessão.

Conforme se verificou no estudo das amostras ao Microscópio Eletrônico de Varredura essa técnica assegura a existência de fusão e resolidificação do esmalte irradiado, necessários ao aumento da resistência do esmalte à ação de ácidos descalcificantes. Ao mesmo tempo, a utilização deste corante apresenta uma remoção simples, rápida e fácil, não deixando resquícios que possam comprometer a estética da superfície oclusal.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1. Materiais

Para a realização do presente trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos e materiais:

- ✓ Equipo odontológico marca Dabi Atlante.
- ✓ Laser de Nd:YAG- Pulser Master 1000 – American Dental technology –USA.
- ✓ Sondas exploradoras.
- ✓ Espelhos planos.
- ✓ Pinças clínicas
- ✓ Fichas clínicas e de anamnese (anexo 3 e 4)
- ✓ Sugadores.
- ✓ Luvas descartáveis.
- ✓ Pincéis descartáveis
- ✓ Flúor fostato acidulado, Nupro Gel da Dentsplay, concentração de 1,23%, sabor menta ou tutifruti
- ✓ Instrumental e material para isolamento relativo e absoluto.
- ✓ Óculos de proteção, com densidade óptica 5, específico para o laser de Nd:YAG (1,064 μ m).
- ✓ Filmes radiográficos Agfa.
- ✓ Taças de borracha, escovas cônicas e pedra pomes.
- ✓ Micromotor marca Kavo

- ✓ Pigmento fotoabsorvedor- solução de carvão.

5.1.1. Características do laser

O equipamento de laser de Nd:YAG utilizado, é da marca Pulse Master 1000 (American Dental Technologies, Calif. - USA) que emite comprimento de onda de 1064nm, potência máxima de 10 Watts, energias variando de 30 a 320 mJ, duração do pulso de 100 μ s, frequências de 10 a 100 Hz, diâmetro da fibra óptica de 0,2, 0,3 ou 0,4 mm. Devido ao fato de ser um laser com comprimento de onda situado na faixa do espectro eletro-magnético não visível, o equipamento se utiliza de luz guia de um laser de He-Ne cujo comprimento de onda é de 632nm. O laser de Neodímio pode ser transmitido através de fibra óptica de quartzo. Neste trabalho foi utilizada fibra óptica de diâmetro interno de 300 μ m (Figura 7).

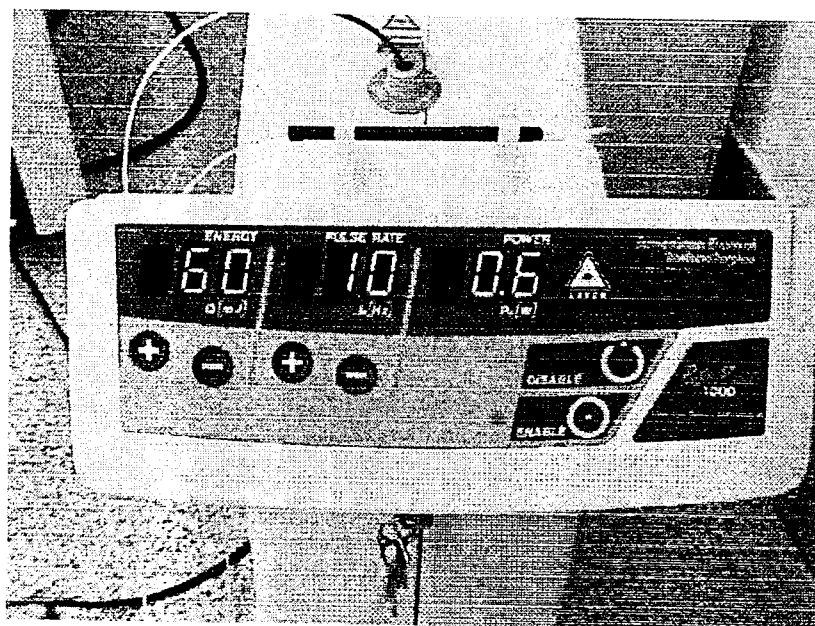


Figura 3. Equipamento de laser utilizado

5.2. Métodos

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório Experimental de Lasers em Odontologia (LELO) da FOU SP (Faculdade de Odontologia de São Paulo), em parceria com o Laboratório de Aplicações de Lasers em Ciências da Vida do IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares). A absorção do laser de Nd:YAG pela água e hidroxiapatita é pequena, mas é bem absorvido por pigmentos cromóforos, como por exemplo a melanina, hemoglobina entre outros. A avaliação dos efeitos de diferentes corantes biocompatíveis, aplicados sobre o esmalte dentário para que a absorção do laser de Neodímio seja mais efetiva, foi discutida previamente onde se concluiu que o pigmento mais apropriado para esta finalidade é a solução. Esta solução é extremamente simples de ser removida dos sulcos e fissuras, além de promover as alterações necessárias ao esmalte, como fusão e resolidificação do mesmo com a finalidade de prevenção.

5.2.1. Seleção dos pacientes

Foi utilizado o mesmo protocolo de atendimento para os pacientes do LELO e seguiu-se todas as normas internacionais de segurança no uso do laser (ANSI -Z136-1, NBR-IEC-2-22:1997 e IEC 825-1:1998), além do protocolo de informações e consentimento do paciente ou responsável, recomendado pelo Conselho Nacional de Saúde, através da aprovação dos Comitês de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da FOU SP e do IPEN (anexos 1 e 2). Os responsáveis por cada jovem participante foram exaustivamente informados a respeito dos procedimentos a serem executados e, por fim, leram e assinaram um termo de consentimento (anexo 3).

Foram inicialmente selecionados 332 dentes pré-molares e molares superiores ou inferiores, de 51 crianças e adolescentes, com idades variando entre 6 e 15 anos. Os dentes selecionados apresentaram a superfície oclusal íntegra, livre de cáries e descalcificações ou situações que sugerissem desmineralização do esmalte, como, por exemplo, manchas brancas. Cada dente selecionado para irradiação teve seu homólogo em igual situação para ser utilizado como controle.

Os pacientes que não apresentaram estas condições clínicas foram desqualificados e não participaram da pesquisa. Os pacientes foram submetidos a uma anamnese prévia,

por meio de um questionário apropriado (anexo 4), a fim de se avaliar suas condições clínicas e histórico dental pregresso.

5.2.2. Exame clínico

Inicialmente foi feita uma profilaxia com pedra pomes e taça de borracha, em todos os dentes de cada paciente a ser triado, para depois se proceder o exame clínico e a seleção dos dentes com as características necessárias para participarem da pesquisa (figuras 8; 9). Depois de examinados e aceitos, os dentes foram radiografados, para se verificar a possível presença de cáries ocultas na região oclusal ou cáries na regiões proximais. Foram catalogados e anotadas todas as condições clínicas, em uma ficha própria, (anexo 5) encontradas na boca de cada jovem participante da pesquisa como, por exemplo, cáries, restaurações, ausências de elementos dentais, presença de placa bacteriana, etc. Foram executados testes de vitalidade pulpar com diclorodifluorometano, de acordo com o proposto por Caldeira ¹⁴⁸ (figura 10) em todos os dentes selecionados para a pesquisa.

5.2.3. Irradiação com laser

Os dentes do hemiarco direito foram selecionados para o uso do laser de Nd:YAG, enquanto os dentes homólogos do hemiarco esquerdo serviram como controle, em todos os pacientes. Os dentes foram previamente pintados com pigmento à base de solução de carvão para otimizar o efeito do laser de Neodímio (figuras 11), que foi entregue através de uma fibra em movimentos de varredura sobre toda a superfície oclusal (principalmente sobre os sulcos e fissuras, tendo-se o cuidado de varrer também as vertentes laterais dos mesmos (figura 12). As condições de energia utilizadas foram 0,6 W, 60 mJ e 10 Hz de frequência, fibra óptica com 300 µm de diâmetro, resultando em densidade de energia de 84,9 J/cm². Esse procedimento foi repetido por três vezes, para assegurar a fusão do esmalte. Depois de irradiados os dentes foram novamente limpos com taça de borracha e pedra pomes para a completa remoção dos resíduo de carvão (figura 13) e, então foi aplicado o flúor fosfato acidulado, por 4 minutos a uma concentração de 12300 ppm, (figura 14)

Nos dentes homólogos, ou seja, os dentes controle, foi usado somente o flúor, na mesma concentração e tempo, depois de ter sido feita a profilaxia dos mesmos.

5.2.4. Periodicidade da avaliação dos resultados

Os dentes dos pacientes submetidos à pesquisa foram avaliados após 6 meses do trabalho inicial, sendo a avaliação final realizada depois de 12 meses. Em cada consulta de avaliação foram feitos exames clínicos, radiográficos e testes de vitalidade pulpar nos dentes usados na pesquisa, e seus homólogos. Foi preenchido uma ficha clínica semelhante à primeira, (anexo 5) em cada uma das consultas.

O protocolo deste plano de trabalho foi previamente submetido e aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade de Odontologia da USP e pela Comissão de Ética do IPEN, conforme exigência do Conselho Nacional de Saúde (anexos 1 e 2).

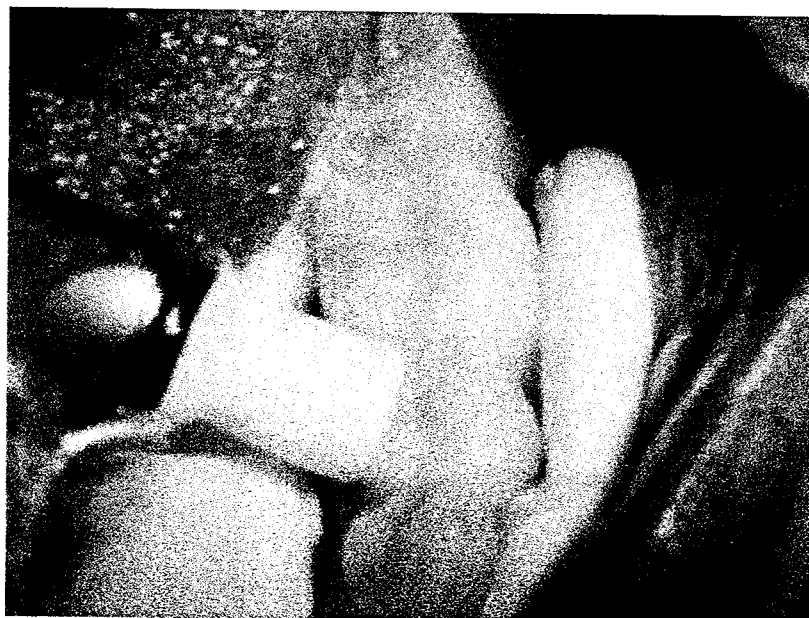


Figura 8. Profilaxia das superfícies lisas dos dentes a serem examinados.

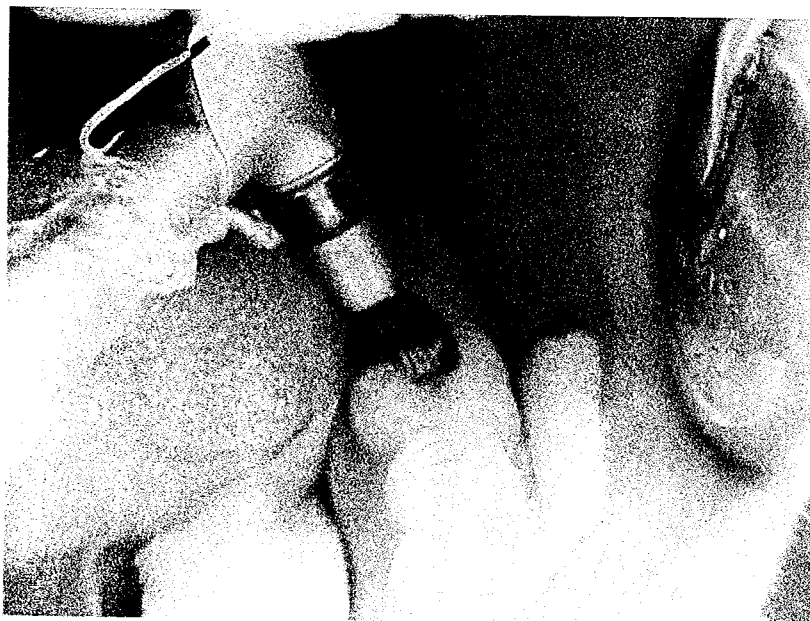


Figura 9. Profilaxia dos sulcos e fissuras dos dentes a serem examinados

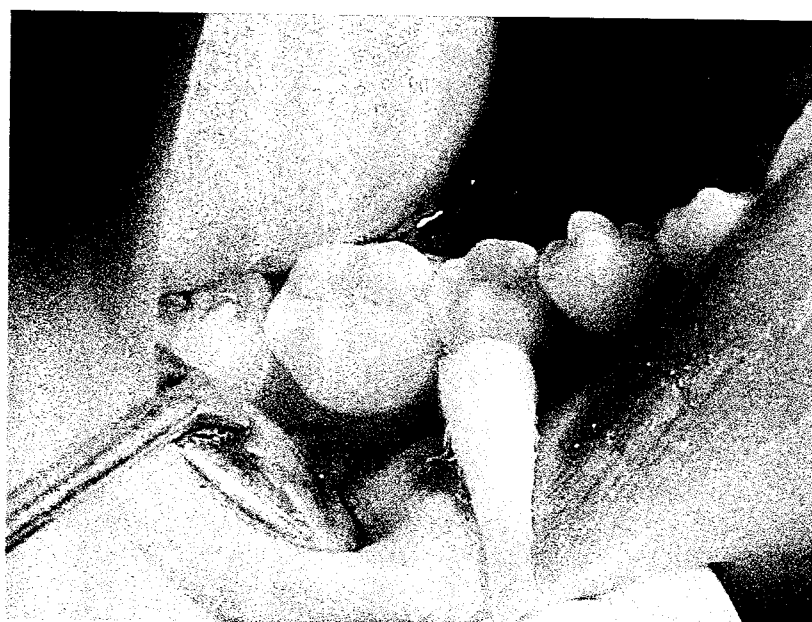


Figura 10. Teste de vitalidade pulpar.

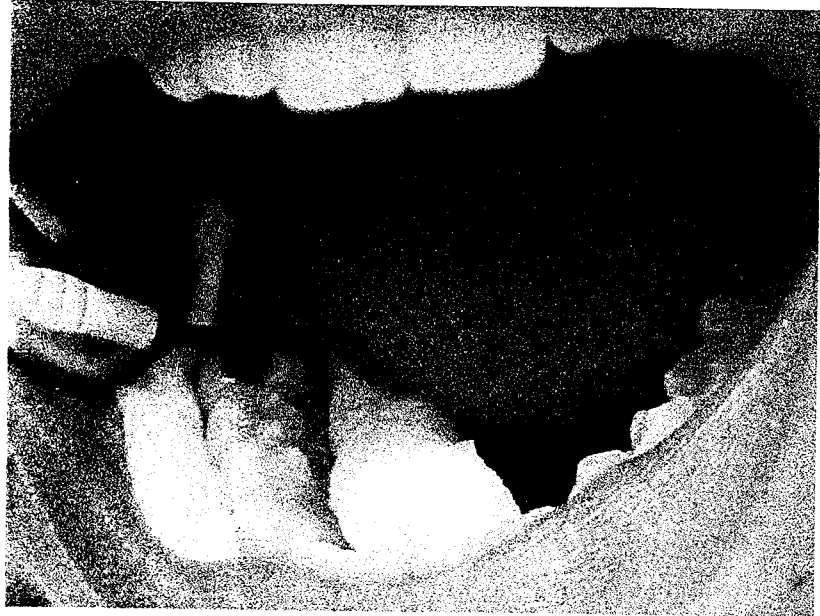


Figura 11. Aplicação do pigmento sobre a superfície oclusal dos dentes a serem irradiados



Figura 12. Dentes sendo submetidos à irradiação laser

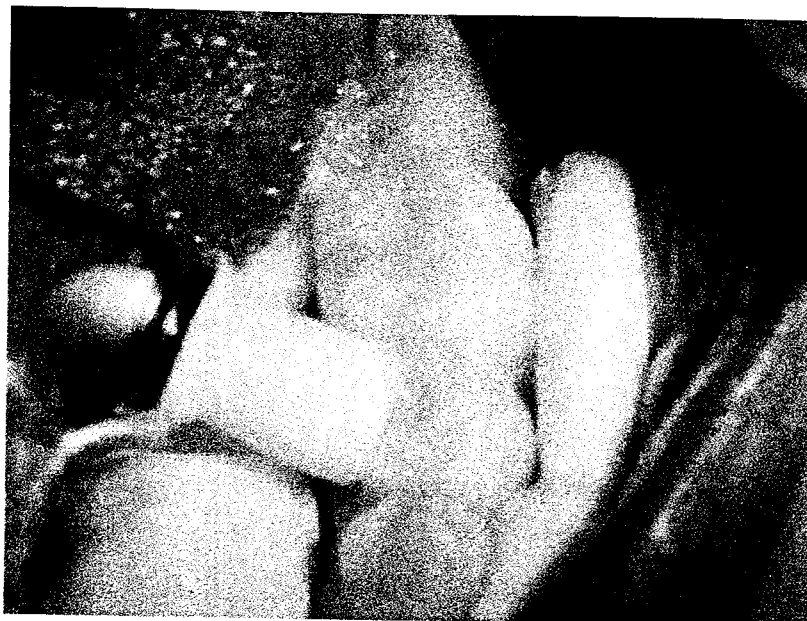


Figura 13. Nova profilaxia

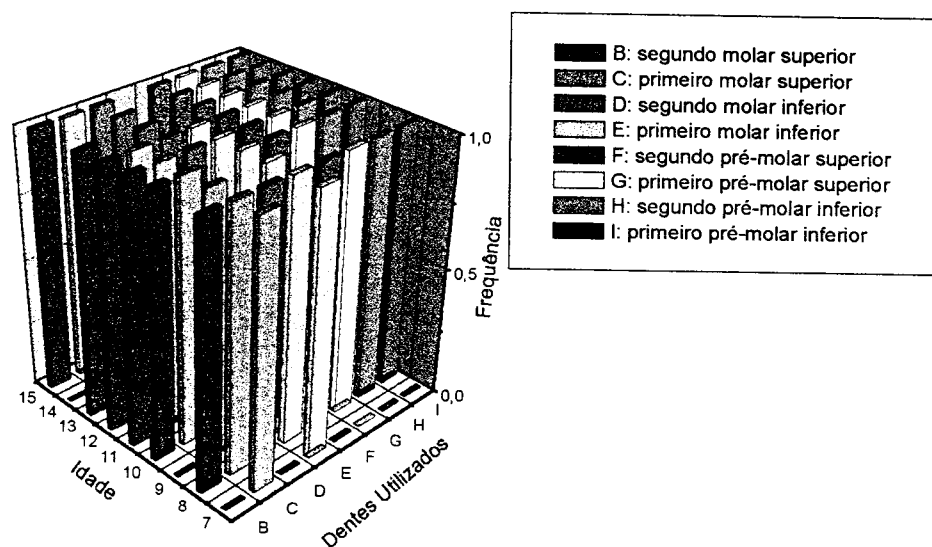


Figura 4. Aplicação do flúor

6. RESULTADOS

6.1. Resultados quantitativos

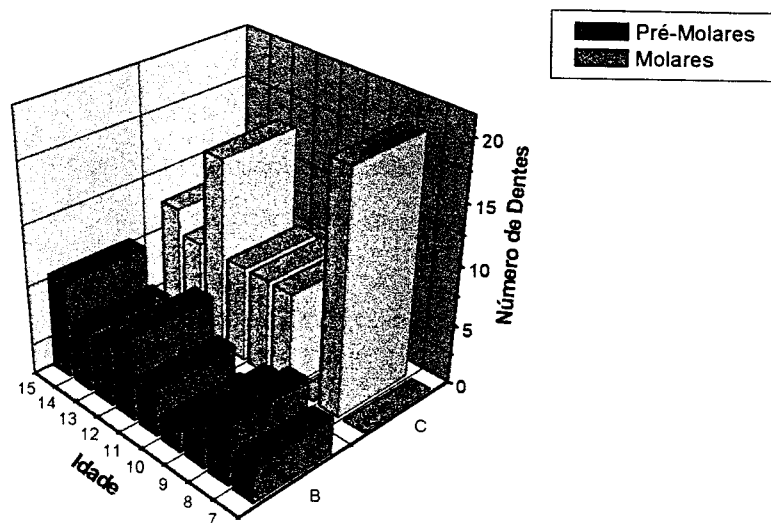
Ao final de um ano conseguiu-se avaliar 242 dentes, dos 332 inicialmente selecionados, sendo 121 dentes do hemiarco direito e 121 dentes do hemiarco esquerdo provenientes de 33 crianças. Os 121 dentes de cada hemiarco estavam assim distribuídos: 11 segundos molares superiores; 18 primeiros molares superiores; 12 segundos molares inferiores; 17 primeiros molares inferiores; 18 primeiros pré-molares superiores; 15 segundos pré-molares superiores; 16 primeiros pré-molares inferiores e 14 segundos pré-molares inferiores. Os histogramas 1 e 2 apresentam a distribuição dos dentes pesquisados em relação à idade dos participantes da pesquisa.



Histograma 1. Distribuição dos dentes utilizados por criança/adolescente

A avaliação final dos resultados obtidos com aplicação ou não do laser nos sulcos e fissuras dos dentes molares e pré-molares pesquisados seguiu os seguintes passos:

- ✓ Profilaxia rigorosa com pedra pomes e taça de borracha nas superfícies lisas e escovas cônicas nas superfícies oclusais.
- ✓ Isolamento relativo dos hemiarcos a serem examinados.
- ✓ Testes de vitalidade pulpar em todos os dentes participantes da pesquisa (hemiarcos esquerdo e direito)
- ✓ Exames radiográficos (radiografias interproximais).



Histograma 2. Número de dentes avaliados por idade dos participantes

O critério de avaliação adotado foi o de considerar a presença, não somente, de cáries evidentes de sulcos e fissuras, observadas clínica e radiograficamente mas também, a presença de manchas brancas ativas (MBA) nas superfícies das vertentes oclusais. As manchas brancas ativas se caracterizam por um esmalte mais poroso (áspero), levemente esbranquiçado e sem o brilho característico. Em casos onde havia dúvidas o paciente foi

convidado a um retorno para que outra avaliação fosse feita ou então, na falta desta possibilidade, o dente foi desconsiderado da pesquisa.

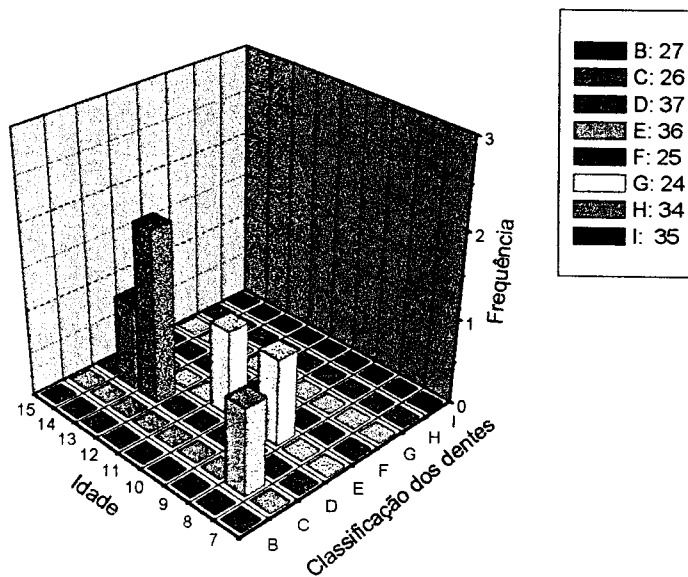
As manchas brancas ativas consideradas foram aquelas localizadas nas vertentes oclusais bem próximas dos sulcos e fissuras, pois esta foi a melhor região coberta pelo laser e onde se inicia o processo de desmineralização do esmalte para o desenvolvimento da cárie de sulcos e fissuras.

Nos dentes do hemiarco direito, onde se aplicou o laser associado ao flúor, foram encontrados 13 dentes com a presença de manchas brancas ativas ou cáries assim distribuídos: 4 cáries de esmalte e 7 manchas brancas ativas nos molares e 2 manchas brancas ativas nos pré-molares. Histogramas 3 e 5.

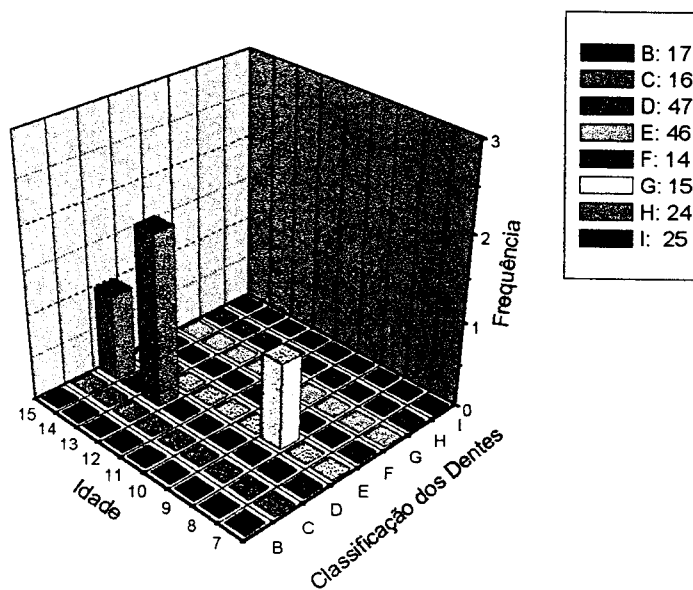
Nos dentes do hemiarco esquerdo, lado controle, onde foi aplicado somente o flúor foram encontrados 33 dentes com a presença de cáries ou manchas brancas ativas assim distribuídos: 8 cáries de esmalte e 16 manchas brancas ativas nos molares e 9 manchas brancas ativas nos pré-molares. Histogramas 4 e 6.

Todos os dentes do hemiarco experimental e do hemiarco controle se apresentaram vitais e assintomáticos após o término do experimento.

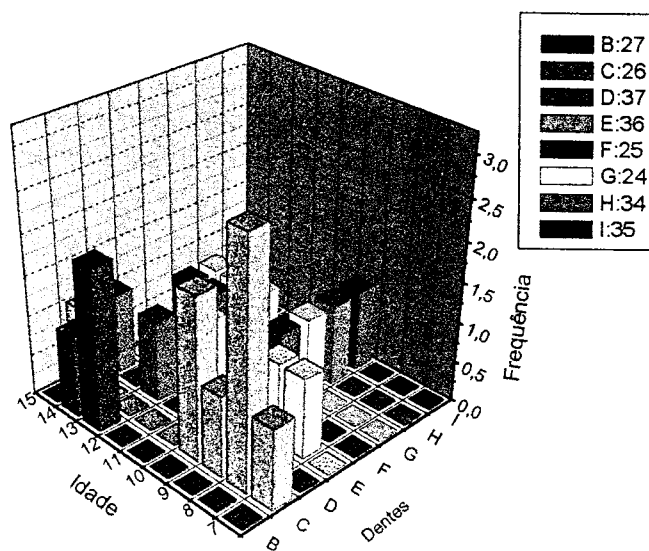
Todo os dentes das crianças e adolescentes que participaram desta pesquisa e apresentaram cáries ou manchas brancas ativas foram devidamente tratados.



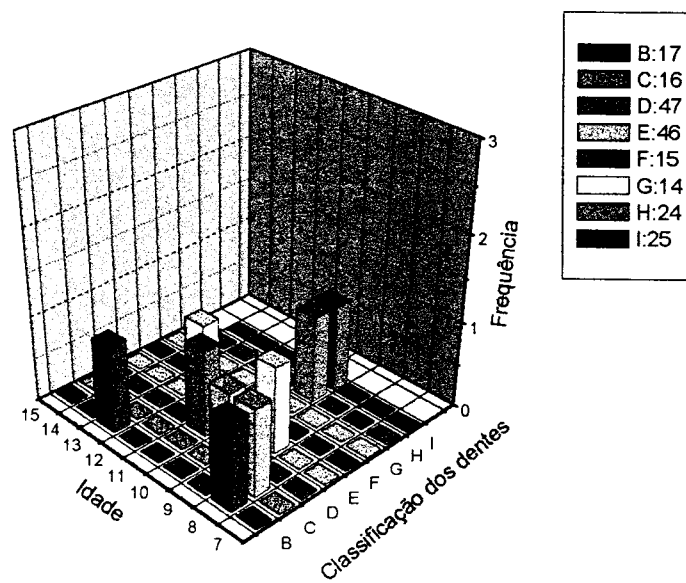
Histograma 3. Dentes cariados no hemiarco controle- (flúor)



Histograma 4. Dentes cariados do hemiarco laser + flúor



Histograma 5. Manchas brancas ativas no hemiarco controle – flúor



Histograma 6. Manchas brancas ativas do hemiarco laser + flúor.

6.2. Avaliação estatística dos resultados

A análise estatística dos resultados finais obtidos foi feita utilizando o teste do Qui-quadrado que compara as tabelas de freqüências obtidas relacionadas com o desenvolvimento ou não da lesão. Para fins estatísticos as manchas brancas ativas (MBA) e as cáries de esmalte foram analisadas conjuntamente.

A Tabela 3 apresenta as freqüências dos dentes (molares e pré-molares) com ou sem cáries antes do tratamento, para os lados controle (flúor) e para o lado laser + flúor.

	Controle	Laser+F.
Sem cárie/MBA	121	121
Com cárie/MBA	0	0

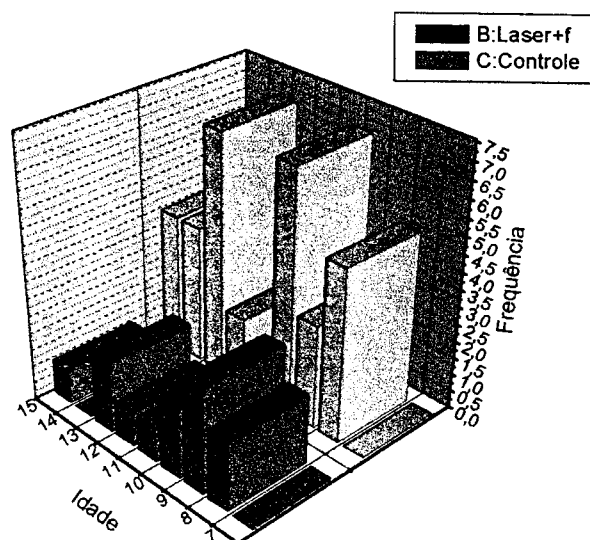
Com esta tabela constata-se que inicialmente nenhum dente apresentava lesão de cárie ou mancha branca ativa, tornando assim os dois grupos semelhantes.

A Tabela 4 apresena a freqüência dos dentes (molares e pré-molares) com ou sem manchas brancas ativas /cáries para os lados controle e laser + flúor.

	Controle	Laser+F.
Sem cárie/MBA	88	108
Com cárie/MBA	33	13

Aplicando-se o teste do Qui-quadrado nos dados desta tabela (tabela 4) obteve-se o valor de 9,6897 que mostra haver significância ao nível de 1% entre os grupos, ou seja, o comportamento dos grupos controle e laser + flúor foi diferente em relação à ocorrência ou não de lesões após o tratamento. Analisando-se os valores numéricos, pôde-se constatar

que no grupo laser + flúor o número de dentes com lesões de descalcificação foi menor do que no grupo controle.



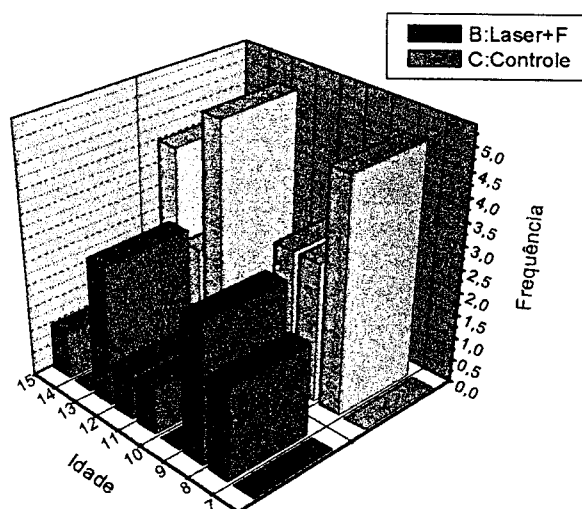
Histograma 7. Relação dos dentes com cáries/ mancha branca ativa entre os lados Laser+Flúor e o lado controle

Na tentativa de detectar se o comportamento dos dentes molares e pré-molares foi diferente, optou-se por separar os dados após o tratamento em tabelas específicas, para cada grupo de dentes.

A Tabela 5 apresenta a frequência dos dentes molares com ou sem cáries/MBA após o tratamento para os lados controle e para o lado laser + flúor perfazendo um total de 58 dentes para cada lado.

	Controle	Laser+F.
Sem cárie/MBA	34	47
Com cárie/MBA	24	11

Aplicando-se o teste do Qui-quadrado nos valores da abela 5 obteve-se o valor de 5,8921 que mostra haver significância ao nível de 5% entre os grupos, ou seja, o comportamento dos grupos controle e laser + flúor foi diferente em relação à ocorrência ou não de lesões após o tratamento, conforme observado no histograma 8. Analisando-se os valores numéricos, pode-se constatar que no grupo laser + flúor o número de dentes com lesões de descalcificação foi menor do que no grupo controle.



Histograma 8. Relação dos dentes molares com cáries/ mancha branca ativa entre os lábios laser + flúor e o lado controle

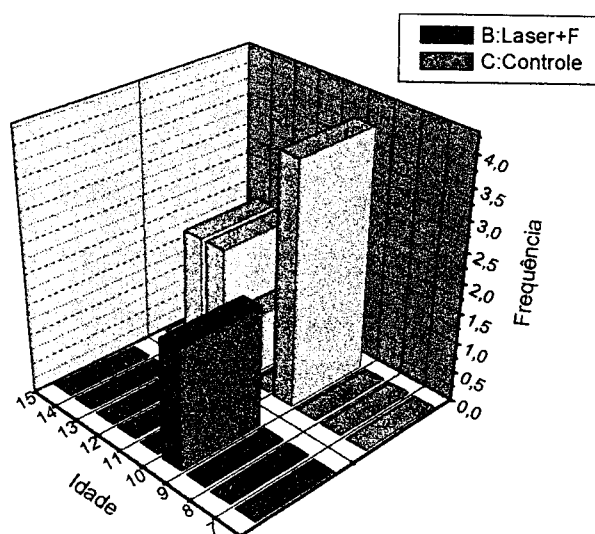
A Tabela 6 apresenta a freqüência dos dentes pré-molares com ou sem cáries/MBA após o tratamento para os lados controle e laser + flúor (total de 63 dentes para cada lado)

	Controle	Laser+F.
Sem cárie/MBA	54	61
Com cárie/MBA	9	2

Aplicando-se o teste do Qui-quadrado na tabela tabela 6. obteve-se o valor de 3,5858 que mostra não haver significância ao nível de 5% entre os grupos, ou seja, o

comportamento dos grupos controle e laser + flúor não foi diferente em relação à ocorrência ou não de lesões após o tratamento, conforme histograma 9.

Avaliando os testes realizados pode-se concluir que os dentes molares, entre os grupos controle e o grupo laser + flúor, apresentaram um comportamento significativamente diferente ($P < 0,05$), visto que no grupo dos pré-molares não houve diferença estatisticamente significativa.



Histograma 9. Relação dos dentes pré-molares com cáries/ mancha branca ativa entre os lados Laser+Flúor e o lado controle

7. DISCUSSÃO

A prevenção de qualquer doença que atinja o ser humano é extremamente importante e necessária não somente pelo seu aspecto econômico financeiro, pois, como é de consenso geral, a prevenção custa, em média, sempre muito menos do que o tratamento da doença já instalada; mas também, como forma de propiciar conforto e bem estar, com melhora significativa da qualidade de vida de uma determinada população.

A prevenção das doenças que acometem a boca seguem o mesmo raciocínio. Um indivíduo que apresente dentes e gengivas saudáveis terá uma aparência física mais saudável, auto estima mais elevada, dificilmente apresentará dor de dentes, conseguirá triturar melhor os alimentos, conseqüentemente terá um aproveitamento melhor dos nutrientes necessários à sua dieta, etc. Além deste enfoque, segundo o Prof. Max Grimberg¹⁴⁹ da Faculdade de Medicina da USP existe a comprovação de que 40% das endocardites registradas têm origem bucal e são desencadeadas tanto por infecções espontâneas, resultantes de dentes ou gengivas mal conservadas quanto pela manipulação da área infectada pelo próprio odontólogo.

Desse modo a prevenção de cáries, especificamente num país como o nosso que ainda apresenta índices bastante elevados desta doença, é imprescindível e urgente. Deste modo quanto maior for o número de técnicas de prevenção comprovadamente eficientes, disponíveis para o cirurgião dentista lançar mão e tentar adequá-las a cada paciente em particular, maiores serão as possibilidades de se diminuir a incidência desta doença.

Um método de prevenção ideal seria aquele que aliasse as seguintes características:

- ✓ Apresentasse um alto índice de sucesso
- ✓ Atingisse um grande número de indivíduos

- ✓ Apresentasse durabilidade efetiva a fim de forma a não necessitar de repetições periódicas;
- ✓ Ser economicamente acessível a vários segmentos da população;
- ✓ Ser de fácil e rápida aplicação;
- ✓ Ser indolor.

Alguns tipos de lasers têm se mostrado bastante eficientes na prevenção de cáries e têm sido exaustivamente estudados por diferentes pesquisadores desde que Stern e Sognaes⁵⁰ comprovaram que amostras de esmalte dental irradiadas apresentaram maior ácido resistência do que as amostras de esmalte do grupo controle.

As alterações físicas, químicas e morfológicas que ocorrem no esmalte dental após a sua irradiação com alguns tipos de lasers, são responsáveis pelo aumento de sua dureza superficial e pela diminuição do grau de desmineralização na presença de substâncias ácidas, resultando, deste modo, um esmalte mais resistente à ação dos sub-produtos ácidos originários da placa bacteriana e, assim, protegendo o dente da doença cárie. A ação dos lasers também se manifesta na redução do conteúdo bacteriano das superfícies irradiadas.

Oho e Morika⁵⁵ sugeriram que pela perda de substâncias interprismáticas e intraprismáticas do esmalte dental irradiado com laser de Nd:YAG, haveria perda de conteúdo orgânico do esmalte, e que o aumento da birrefringência do mesmo à luz polarizada sugeria a presença de microespaços. Estes microespaços poderiam servir de sítios de depósitos para íons de flúor, fosfatos ou cálcio se o esmalte dental entrasse em contato com esses íons logo após a irradiação laser.

Morika⁹⁸ também comprovou que íons flúor penetram mais profundamente quando aplicados sobre o esmalte irradiado com laser de Nd:YAG do que quando aplicados sobre o esmalte que não sofreu irradiação. O mesmo acontece com íons cálcio, ocorrendo o inverso com os fosfatos¹⁰⁰. Os mesmos autores¹⁰² também comprovaram que o flúor fosfato acidulado é mais efetivo do que o fluoreto de sódio, para prevenir cáries se aplicado depois do esmalte irradiado com laser de Nd:YAG.

Os mecanismos que podem contribuir para a diminuição da solubilidade do esmalte na presença de substâncias ácidas podem ser:

- ✓ Alteração na composição da hidroxiapatita que recristaliza com aumento do tamanho dos prismas de esmalte irradiado¹⁴²
- ✓ Aumento da quantidade e profundidade de penetração do flúor na superfície do esmalte irradiado⁹⁸
- ✓ Diminuição da quantidade de carbonatos na superfície do esmalte irradiado^{92,101}.
- ✓ A presença do microporos que reteriam íons flúor no esmalte irradiado⁵⁵.

No entanto os mecanismos exatos que ocorrem no esmalte quando este é irradiado ainda não foram totalmente elucidados. Possivelmente todos esses fatores favoreçam a formação de um esmalte mais resistente tanto química quanto fisicamente e influenciem no resultado positivo de prevenção de cáries.

Para o mesmo grupo de pesquisadores¹⁰⁶ o laser de Nd:YAG também atua na remineralização de cáries incipientes de esmalte, com aumento da microdureza, mostrando que a remineralização atua desde o fundo da cavidade até a sua superfície. Para Kikuo¹¹⁰ o laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado é bastante eficiente para controlar a progressão de lesões incipientes de cáries.

Autores como Bahar et al¹⁰⁹ e Twase¹⁰⁷ conseguiram redução de 40% de cáries em superfícies oclusais de pré-molares, *in vitro*, em relação aos dentes controle.

Myaki¹¹¹ também, *in vitro*, conseguiu vedamento parcial ou total de sulcos de pré-molares irradiados com laser de Nd:YAG na dependência do tipo de sua abertura e profundidade.

Cecchine et al^{114,115} também constatam, *in vitro*, aumento da ácido resistência de esmalte irradiados com laser de Nd:YAG.

Mais recentemente Pelino^{111,112} conseguiu comprovar, *in vitro*, que amostras de esmalte irradiado com laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato

acidulado se tornam menos vulneráveis à ação dos ácidos produzidos por bactéria do grupo dos estreptococos mutans, quando expostas a estas por 15 e 21 dias, não apresentando inclusive os sinais de descalcificação encontradas no grupo controle.

Outros lasers também têm apresentado resultados bastante promissores na área de prevenção.

Slayton et al⁸⁶ conseguiram redução no índice de cáries em torno de 30% de superfícies oclusais irradiadas, *in vitro*, em relação ao grupo controle, com laser de CO₂ na presença de flúor.

Para Featherstone et al^{92,93} que pesquisaram os vários comprimentos de onda do laser de CO₂ (9,3µm; 9,6µm; 10,3µm e 10,6µm) na região de ressonância de absorção da água, hidroxiapatita concluíram que os lasers de CO₂ com comprimento de onda de 9,3 µm e 9,6 µm promovem uma maior perda de carbonatos e requerem menor quantidade de energia do que os outros comprimentos de onda para a obtenção dos mesmos efeitos.

Os lasers de hólmio também apresentam um grande potencial na área de prevenção, como demonstraram Zezell^{75,76,78,79} e Bonk⁷⁷ que comprovaram, *in vitro*, que o esmalte irradiado com laser de hólmio apresentou como resultado final maior microdureza superficial e menor perda de cálcio quando expostos a soluções ácidas.

Blankenau et al⁶⁶ conseguem comprovar *in vivo* a eficiência dos lasers de Argônio em reduzir a descalcificação, em torno de 29,1% em relação ao grupo controle. Anderson et al⁶⁸ conseguiram reduzir a formação de cáries artificiais em 25% em relação ao grupo controle.

Mais recentemente, o laser de érbio tem sido pesquisado no seu potencial de redução da desmineralização do esmalte. Hossain et al¹²⁰ comprovaram, *in vitro*, que a irradiação de esmalte dental com laser de Er:YAG causou alterações sobre o esmalte dental que propiciaram maior resistência em relação às amostras do grupo controle. Featherstone et al¹²¹ também comprovam o potencial do laser de Er:YAG e Er:YSGG tanto para remoção de tecido cariado como para prevenção de cáries, em diferentes condições de energia.

Devido ao comprimento de onda do laser de Nd:YAG ser de 1,064 μm , situado na região do infravermelho, a absorção deste laser pela água e pela hidroxiapatita é pequena. Deste modo a deposição de um pigmento absorptivo sobre o esmalte dental antes da irradiação laser é um artifício necessário para diminuir a densidade de energia necessária para induzir alterações na superfície do esmalte irradiado, e reduzindo conseqüentemente os riscos de injúrias pulpares, por excessivo aumento da temperatura intrapulpar^{137,138,144,145}. A solução de carvão se apresentou como uma solução bastante adequada^{141,142}, pois consegue promover a fusão e resolidificação do esmalte semelhantes à fusão e resolidificação do esmalte encontrados quando o pigmento usado é a tinta nanquim. Esta solução é de fácil remoção dos sulcos e fissuras das superfícies oclusais do esmalte ao contrário da tinta nanquim que penetra nos sulcos e fissuras prejudicando a estética. No entanto a dificuldade encontrada na solução de carvão foi a de se manter a consistência adequada para a sua aplicação, pois como o álcool presente na mistura evapora muito rapidamente, esta se torna bastante espessa dificultando a sua aplicação ou às vezes fazendo com que a camada aplicada se torne mais espessa do desejado.

Para a avaliação final da eficiência do uso do laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado foram consideradas não somente a presença de cáries evidentes ao exame clínico (visual e táctil) e ao exame radiográfico mas também, a presença de manchas brancas ativas, pois segundo Stookey⁴¹ o tempo necessário para que uma descalcificação do esmalte se transforme em cárie evidente, com disruptura do esmalte seriam necessários, em média 3 anos, tempo este inviável para a execução de um trabalho de mestrado. Apesar das manchas brancas ativas apresentarem possibilidade de reversão, elas podem indicar se o esmalte estaria mais ou menos sujeito a desenvolver a doença cárie no futuro.

Os exames clínico e radiográficos utilizados para a avaliação da presença ou não de cáries, antes e após o tratamento com o laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado, foram escolhidos baseados na literatura³³³ que indicam ser esta associação bastante satisfatória para a detecção de cáries de esmalte. Apesar desta associação poder induzir ao um erro de subdiagnóstico da ordem de 20 a 40%. Na tentativa de se diminuir esta possibilidade de subdiagnóstico e

possibilitar a padronização do diagnóstico foi testado o uso do equipamento DIAGNOdent da KAVO⁴³, uma vez que este equipamento apresenta uma escala de valores numéricos onde se poderia evidenciar a presença ou não da lesão e em casos positivos se quantificar o grau de destruição do esmalte até a dentina. No entanto, este equipamento apresentou grandes alterações de valores depois do esmalte ter sido irradiado com o laser, tendo em vista que as modificações provocadas na superfície do esmalte induzidas pelo laser alteravam a reflexão da luz laser do equipamento de diagnóstico, fugindo das condições padronizadas para seu bom funcionamento. Portanto como não foi possível utilizá-lo com confiança o seu uso foi descartado.

O índice de prevenção de cáries do laser associado ao flúor em relação ao lado controle foi em torno de 16,52%. Este valor está próximo dos índices de redução encontrados por Bahar et al¹⁰⁹ e Twase et al¹⁰⁷, com laser de Nd:YAG, *in vitro*, e Slayton et al⁸⁶ com laser de CO₂, *in vitro*, aplicados em sulcos e fissuras de pré-molares que encontraram redução de desmineralização do esmalte em torno de 40% e 30% respectivamente. A diferença encontrada neste trabalho talvez possa ser explicada pela dificuldade de aplicação do laser em algumas crianças com pequena abertura de boca, onde não foi possível posicionar corretamente a fibra, especialmente nos segundos molares superiores. Outra dificuldade foi a encontrada na aplicação do pigmento fotoabsorvedor, que como já foi comentado anteriormente nem sempre se conseguiu a consistência e fluidez adequadas para que esta solução fosse uniformemente espalhada, formando uma camada homogênea.

Foi observado também que em alguns casos ocorreram a presença de lesões (manchas brancas ativas/cáries) tanto no hemiarco experimental como no hemiarco controle, indicando que talvez esses indivíduos fossem altamente suscetíveis à cáries e necessitassem da adoção de outras medidas preventivas associadas para diminuição desta incidência.

Neste trabalho, não foi possível, determinar a duração de prevenção que o laser induz no esmalte irradiado e se esta prevenção tem duração de poucos ou muitos anos, e se a incorporação maior de íons flúor ocorre durante todo o tempo de vida do esmalte, ou se ela só ocorre no período da aplicação do laser. Seriam

necessários alguns trabalhos posteriores de acompanhamento por períodos mais longos e um maior número de indivíduos para se determinar estes aspectos com maior precisão.

A utilização do laser de Nd:YAG, nas condições de experimentais deste trabalho, se mostrou como um método alternativo para a prevenção de cáries. Apesar disto o fator custo ainda não permite uma grande difusão desta técnica de prevenção. Uma vez que a FOUSP, o Hospital Universitário e o LELO atendem a um grande número de pacientes graciosamente, este benefício poderá se estender a esta parcela da população.

Este trabalho é de fundamental importância, não só por seus resultados específicos, mas também para difundir a técnica para outros centros de lasers, em implantação na USP e de outras Universidades, que poderão beneficiar uma outra parcela da população.

Sugestões para trabalhos posteriores:

- ✓ Aperfeiçoamento do pigmento.
- ✓ Avaliação final após um intervalo maior de tempo
- ✓ Maior número de indivíduos participantes
- ✓ Participação de um ou mais avaliadores.

8. CONCLUSÕES

A avaliação clínica da prevenção de cáries de sulcos e fissuras, das superfícies oclusais de dentes pré-molares e molares, com laser de Nd:YAG, associado ao flúor fosfato acidulado, de crianças e adolescentes, após o período de um ano mostrou que:

- ✓ A solução de carvão se mostrou adequada para a sua utilização em substituição à tinta nanquim utilizada em outras pesquisas.
- ✓ Houve redução da desmineralização do esmalte dental no hemiarco experimental em relação ao hemiarco controle, com diferença estatisticamente significativa ao nível de 1% ($P < 0,01$), utilizando-se 0,6 W de potência, 60 mJ/10 Hz e fibra óptica com 0,3 mm de diâmetro, resultando em densidade de energia de 84,9 J/cm².
- ✓ A redução da presença de lesões de desmineralização foi de 16,5% do grupo experimental em relação ao grupo controle.
- ✓ Para o grupo dos dentes molares houve redução da desmineralização do esmalte dental no hemiarco experimental em relação ao hemiarco controle, com diferença estatisticamente significativa ao nível de 5% ($P < 0,05$)
- ✓ Para o grupo dos dentes pré-molares não houve diferença estatisticamente significativa na redução da desmineralização do esmalte dental entre o hemiarco experimental em relação ao hemiarco controle.
- ✓ Não houve danos pulpares com a utilização do laser de Nd:YAG em nenhum dos dentes selecionados para a pesquisa, nas condições de energia utilizadas, acima mencionadas.

Com a metodologia utilizada neste trabalho verificou-se que o uso clínico do laser de neodímio associado ao flúor fosfato acidulado é um processo efetivo e seguro de prevenção de cáries oclusais.

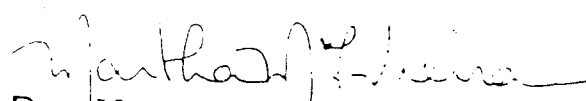
ANEXO 1

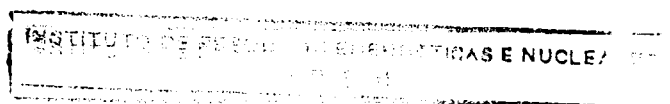


PARECER Nº 002/98

Com base nos pareceres apresentados pelos relatores, o protocolo de pesquisa "Avaliar clinicamente a eficiência da prevenção de cáries em adolescentes, com laser de Nd:YAG, associado ao fluor fosfato acidulado e selantes", de responsabilidade do(a) pesquisador(a) Profa. Dra. Denise Maria Zezeil foi considerado APROVADO.

São Paulo, 06 de outubro de 1998.


Dra. Martha Marques Ferreira Vieira
Coordenadora do C.E.P. - IPEN



ANEXO 2

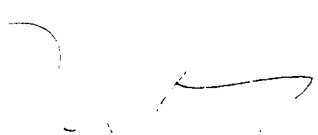


UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PARECER n° 15/97

Com base em pareceres de relatores e adendos apresentados pelos interessados, foi APROVADO o protocolo de pesquisa "*Avaliar clinicamente a prevenção de cáries, em adolescentes, com laser de Nd:YAG associado ao flúor fosfato acidulado*", de responsabilidade da pesquisadora Dr^a. Heloísa Gomes Dimiranda Boari.

São Paulo, 14 de novembro de 1997


Prof. Dr. Luiz de Paula Ramos
Coordenador do CEP-FOUSP

ANEXO 3.

FICHA DE ANAMNESE.

Nº LELO _____ / _____ N _____ Grupo _____ Data ____ / ____ / ____

Nome: _____

Nome do responsável: _____

Data de nascimento: _____ Sexo: _____

Naturalidade: _____ Profissão: _____

Endereço: _____

Bairro: _____ Fone: _____

1. Está fazendo algum tratamento médico atualmente? sim () não ()

Qual? _____

2. Já teve alguma reação incomum à anestesia dental?

Qual? _____

3. Já teve alguma reação alérgica quando tomou:

Antibióticos? _____

Antinflamatórios? _____

Algum outro medicamento? _____

4. Já realizou algum tratamento odontológico, anteriormente? sim () não ().

5. Há quanto tempo? _____

5. Algum dentista já lhe ensinou como escovar os dentes? sim () não ().

6. Já teve alguma ferida, ou bolha no interior da boca, face ou lábios? sim () não ().

Em que lugar, e qual a duração? _____

7. Já passou flúor nos dentes alguma vez? sim () não (). Quantas vezes? ().

8. Além da escova de dentes, você utiliza o fio dental? sim () não ().

Com que frequência você utiliza o fio dental? _____

Quantas vezes por dia você escova os dentes? _____

9. Apresenta, atualmente, algum dente doendo? _____

Qual? _____

Em que condições a dor se manifesta? _____

ANEXO 4.

Termo de consentimento.

Este documento tem a finalidade de lhe fornecer informações necessárias para a sua decisão de deixar seu filho(a) ou dependente se submeter ou não à aplicação do laser de Neodímio em dentes não cariados, num trabalho de pesquisa que visa determinar a efetiva proteção desse tipo de laser na prevenção de cáries, em adolescentes, associado ao de flúor fosfato acidulado. Este trabalho já foi comprovado em estudos laboratoriais.

Como todo o procedimento feito no interior da cavidade bucal, o laser apresenta riscos, que são, basicamente, os mesmos que os do aparelho de alta rotação convencional, usados diariamente em consultórios odontológicos. Estes riscos serão minimizados ao extremo pelo uso de técnicas e procedimentos protetores, tais como: uso de baixa densidade de energia e baixa taxa de repetição do laser (para evitar danos à polpa). Durante a aplicação do laser será imprescindível que o paciente, bem como o seu acompanhante usem óculos de proteção apropriados (a fim de evitar danos oculares)

O acompanhamento radiográfico necessário ao longo da pesquisa será feito de acordo com todas as normas de proteção radiológica : tempo mínimo de exposição, utilização de filmes ultra-rápidos e uso de avental protetor de chumbo.

Este trabalho de pesquisa está vinculado ao IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares). Quaisquer intercorrências que surjam nos dentes usados na pesquisa, deverão ser imediatamente comunicadas à cirurgiã-dentista Heloisa Gomes Dimiranda Boari, responsável por este projeto, pelo telefone 6941 2562, para que possam ser tomadas as medidas necessárias. A referida pesquisadora assume a responsabilidade pelos dentes objetos desta pesquisa, ou seja, se porventura ocorrerem cáries nestes dentes, durante o período da pesquisa, (aproximadamente um ano) os mesmos serão encaminhados para tratamento, tão logo aquelas sejam diagnosticadas. Findo este trabalho os pacientes terão todos os dentes, usados na pesquisa, fluoretados e selados, de acordo com as normas de prevenção vigentes, sem nenhum ônus.

Atesto que li ou leram para mim o conteúdo deste termo. Eu entendo os riscos envolvidos neste procedimento. Eu tive oportunidade de perguntar qualquer dúvida existente e obtive todas as respostas necessárias. Estou ciente de que posso desistir a qualquer momento de participar desta pesquisa, sem sofrer prejuízos de qualquer tipo ou ordem.

Autorizo o tratamento do meu filho(a), ou menor sob minha responsabilidade, com a utilização do laser de Nd:YAG, bem como documentação completa do caso, incluindo fotografias, ciente da possibilidade de insucesso desta técnica, que visa o desenvolvimento científico de sua utilização em Odontologia, através do binômio clínica -pesquisa.

São Paulo, _____ de _____ de _____

R.G. _____

1
2
3
4
5

6
7
8
9
10

ANEXO 5.

Modelo de odontograma que foi utilizado

Foi utilizado o seguinte código de cores no odontograma:

AZUL - nos dentes onde havia a presença de restaurações.

VERMELHO - nos dentes onde havia a presença de cáries.

- nos dentes usados na pesquisa, ou seja, hígidos.

PRETO - nos dentes usados como controle.

Data: ____/____/____.

Dentes usados na pesquisa: _____

Dentes usados como controle: _____

Observações: _____

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 NEWBRUM, ERNEST. *Cariologia*. 1ª. ed. port. Livraria Editora Santo. 1988.
- 2 TEN CATE, A . R. *Histologia Bucal*. Guanabara Koogan R. J. 1985.
- 3 MENAKER, L. ET AL. *The biological basis of dental caries*. Trad: Flávio Fava de Moraes et al. 2ª. ed. Guanabara Koogan R.J. 1984.
- 4 LARSEN, M.J.; BRUN, C. A química da cárie dentária e o flúor - mecanismo de ação. In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Cariologia clínica*. 2ª. ed. Livraria Editora Santos. 1995
- 5 CURY, J. A . Comunicação pessoal.
- 6 KRAMER, P. F.; FELDENS, C. A .; ROMANO, A . R. *Promoção de saúde bucal em odontopediatria*. Editora Artes Médicas. 1997.
- 7 TENOVUO,J.; LAGERLÖF, F. Saliva. In In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Cariologia clínica*. 2ª. ed. Livraria Editora Santos. 1995.
- 8 BOWDEN,G.; EDWARDSSON,S. Ecologia oral e a cárie dentária. In In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Cariologia clínica*. 2ª. ed. Livraria Editora Santos. 1995.
- 9 KOCH, G.; FEJERSKOV, O.; THYLSTRUP,A . Flúor no tratamento da cárie dentária- implicações clínicas. In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Cariologia clínica*. 2ª. ed. Livraria Editora Santos. 1995.
- 10 RÖLLA, G. On the role of calcium fluoride in the cariostatic mechanism of fluoride. *Acta Odont Scand*, v. 46, n. 3, p. 341 – 345, may 1988

-
- 11 RÖLLA, G.; SAXEGAARD, E. Critical evolution of composition and use of topical fluorides, with emphasis on the role of calcium fluorides in the caries inhibition. *J.Dent.Res.*, v.69, (Spec. Iss.) p.780-785, feb.1990.
- 12 TEM CATE, J.M.; DUIJSTERS, P.P.E. Influence of fluoride in solution on tooth desmineralization. I Chemical data. *Caries Res.*, v. 17, p.193-199, 1983.
- 13 BIRKELAND, J. M.; CHARLTON, G. Effect of pH on the fluoride ion activity of plaque. *Caries Res.*, v. 10, p.72 - 80, 1976.
- 14 SCHEIE, A. Quimioprofilaxia da cárie dentária. In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Cariologia clínica*. 2^a. ed. Livraria Editora Santos. 1995.
- 15 OPPERMANN, R. V. Effect of chlorexedine on acidogenicity of dental plaque in vivo. *Scan J. Dent. Res.*, v. 87, p. 302 -308, 1979.
- 16 TWETMAN, S.; PETERSON, L. G. Comparison of the efficacy of three different chlorexedine preparations in decreasing the levels of mutans streptococci in saliva and interdental plaque. *Caries Res.*, v.32, p.113 -118, 1998
- 17 KASHANI, H.; CLAES -GÖRAN, E.; BIRKHED, D. Effect of NaF, SnF₂ and chlorexedine impregnated beich tooth picks on mutans streptococci and pH in approximal dental plaque. *Acta Od. Scan.*, v. 56, n.4, p. 197 - 201, 1998.
- 18 SABA-CHIYFI, E.; QUEIROZ-SILVA, E. C.; SABA, M. E. C.; SABA, A. K. A eficácia da formulação contendo o anti-séptico triclosan associado ao polímero gantrez e ao flúor, utilizada através de bochechos para controle químico da placa bacteriana dentária. *Revista ABO Nac.*, v.6, n.3, jun/jul 1998.

-
- 19 GIERTSEN, E.; EMBERLAND, H.; SCHEIE, A. Effects of mouth rinses with xylitol and fluoride on dental plaque and saliva. *Caries Res.*, v. 33, p. 23 – 31, 1999.
- 20 GUEDES PINTO, A. C. *Odontopediatria clínica*. Editora Artes Médicas. Série EAP., APCD, v.2, 1998.
- 21 OLIVEIRA, C. M. B.; PAIXÃO, H. H.; FERREIRA, E. F.; PRADO, J. B. R. A fluoração da água como método de controle da cárie dentária na Regional Barreiro em Belo Horizonte - M.G. *Rev. ABO*, v.6, n.3, p.153-172, jun/jul 1998.
- 22 CARVALHO, J. C. ET A. Dental plaque and caries on occlusal surfaces of first permanent molars in relation to stage of eruption. *J. Dent Res.*, v.68, p.773 - 779, 1989
- 23 STAHL, J. W.; KATZ, R. V. Occlusal dental caries incidence in college students: implications for sealants. *J. Dent. Res.*, v. 71, (Spec. Iss), p. 250, 1993.
- 24 *Prev. News – The Oral care Report*. v.7, n. 2, p.3-5, 1997.
- 25 BEZERRA, A.C.B.; TOLEDO, O.A. Nutrição, dieta e cárie. In ABOPREV. *Promoção de saúde bucal*. Editora Artes Médicas. 1997
- 26 BUIISHI, Y. In *Jornal ABOPREV*. Ano 9,out/ 1998. Número especial.
- 27 CURY, J. In *Jornal ABOPREV*. Ano 9,out/ 1998. Número especial.

-
- 28 GÖNDAHL, H.J. Diagnóstico radiológico no tratamento da cárie dentária. In THYLSTRUP, A.; FEJERSKOV, O. *Cariologia clinica*. Livraria Editora Santos. 2ª. ed. 1995.
- 29 LUSSI, A .; FIRESTONE, A .; SCHOENBERG, V.; HOTZ, P.; STICH, H. In vivo diagnosis of fissure caries using a new electrical resistance motor. *Caries Res.*, v. 29, p.81-87, 1995.
- 30 LUSSI, A . Comparison of different methods for the diagnosis of fissure carie without cavitation. *Caries Res.*, v. 27, p. 409 - 416, 1993.
- 31 MILLMAN, C. K. Fluoride syndrome (letter). *British D. J.*, v.157, p. 341 1984.
- 32 KETLEY, C. E.; HOLT, R. D. Visual and radiographic diagnosis of occlusal caries in first permanent molars and in second primary molars. *Brit. Dental J.*, v.174, p. 364-370, 1993.
- 33 EKSTRAND, K. R.; KUZMINA, I.; BJORNDAL, L.; THYLSTRUP, A Relationship between external and histologic features of progressive stages of caries in the occlusal fossa. *Caries Res.*, v. 29, p. 243-250, 1995.
- 34 KIDD, E. A . M.; RICKETTS, D. N. J.; PITTS, N. B. Occlusal caries diagnosis: a changing challenge for clinicians and epidemiologists. *J. Dentistry*, v.21, n.6, p. 323-331, 1993.
- 35 LUSSI, A . Radiographic evaluation of occlusal caries effect of training and expe LAZARCHIK, D. A .; FIRESTONE, A . R.; HEAVEN, T. J.; F S. FILLER; rience. *Caries Res.*, v. 29, p. 355-358, 1995.

-
- 36 WENZEL, A .; HINTZE, H.; MIKKELSEN, L.; MOUYEN, F. Radiographic detection of occlusal caries in noncavited teeth. *Oral surg. oral med. oral pathol.*, v. 72, n.5, p.621-626, 1991.
- 37 NYTUN , R. B.; RAADAL, M.; ESPELID, I. Diagnosis of dentin involvement in occlusal caries based on visual and radiographic examination of the teeth. *Scan. J. Dental Res.*, v.100, n.3, p.144-148, 1992.
- 38 WENZEL, A .; LARSEN, M. J.; FEJERSKOV, O. Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspetion, film radiographs, xeroradiographs and digitized radiographs. *Caries Res.*, v. 25, p. 365-371,1991.
- 39 FLAITZ, C. M.; HICKS, M. J.; SILVERSTONE, L. M. Radiographic histologic and eletronic comparison of occlusal caries: an in vitro study. *Ped. Dentistry*, v. 8, n.1, p. 25-28, 1986.
- 40 ZANDONA, A .G.F. *Detection of desmineralization on occlusal pits and fissures*. Tese (Doutoramento). Indiana U.S.A. Oct/ 1997
- 41 STOOKEY, G. K; ANALOUI,M.. Use of laser fluoresecence for early detection of dental caries. *SPIE*, v.3248, p.126-129,1998.
- 42 AL-KHATEEB,S.; OLIVEBY, A .; DE JONG,E. J.; ANGMAR-MANSSON. Laser fluorescence quantification of remineralization in situ of incipient enamel lesions: influence of fluoride supplements. *Caries Res.* v.31,p.132-142, 1997.
- 43 LUSSI,A .; IMWINKELRIED,S.; PITTS,N.B.; LONGBOTTOM,C.; REICH,E. Performance and reproducibility of a laser fluorescence system for detection of occlusal caries in vitro. *Caries Res.* v.33,p.261-266, 1999.

-
- 44 ANDO, M.; HALL, A. F.; ISAACS, R. L.; BEISWANGER, B. B.; BLACKMAN, D. F.; STOOKEY, G. K. – Comparison of clinical, quantitative laser fluorescence and dye-enhanced laser fluorescence techniques for occlusal-caries detection - *Caries Res.*; v 30:,p.267, abstract 274,1996.
- 45 ANDO, M.; Van der VEEN, M.H.; SCHERMEHORN, B.R.; STOOKEY, G.K. A comparison of quantitative light fluorescence (QLF) on white spots in permanent and deciduous enamel. *Caries Res.*, v.31.p.324. abst.130, 1997
- 46 DESCHEPPER, E. J.; HALL, A. F.; ANDO, M.; BEISWANGER, B. B. – Secondary caries detection: laser fluorescence imaging versus traditional clinical examination - *Caries Res.*; v 30:,p.267, abstract 273,1996.
- 47 JONG, E. JOSSELIN; SUNSTRÖM, F.; WESTERLING, H.; MTRANAUEUS, S.; TEM BOSCH, J.J.; ANGMAR-MANSSON, B.A. new method for in vivo quantification of changes in initial enamel caries with laser fluorescence. *Caries Res.*, v.29,p.2-7, 1995
- 48 BUISCHI, Y. P. "Aspectos básicos da promoção de saúde bucal" in TODESCAN, F.F. e BOTTINO, M.A. "Atualização na clínica odontológica" - Editora Artes Médicas p.613-627, 1996.
- 49 EDUARDO, C.P.; CECCHINE, S.M.C.; CECCHINE, R.C.; ZECELL, D.M. "Os benefícios do laser ao C.D.- uma nova realidade". *Jornal da APCD*. P.25-25,1995.
- 50 STERN, R.H.; SOGNAES, R.F. Laser beam effect on dental hard tissue. *J. dent. Res.*, v.43, p.873 (suppl), 1962
- 51 MISERENDINO, L.J.; PICK, R.M. "Lasers in Dentistry "Quintessence Publishing Co, Inc.,1995.

52 ADRIAN, J. C. Laser and dental pulp . *J.A.D.A.* 83 (7) P.113-117, 1971.

53 KUTSCH, V. K; BERNIER,J. SPRAGUE, W.G. Lasers in Dentistry: comparing wavelengths *J.A.D.A.* v. 124: 49-54, feb 1993.

54 DEDERICH, D.N. Laser/tissue interation: what happens to laser light when it strikes tissue? *J.A.D.A.* 124:57-70, feb. 1993.

55 OHO, T.; MORIKA, T. A possible mechanism of acquired acid resistance of human dental enamel by laser irradiation. *Caries Res.*, v. 24, p.86-92, 1990.

56 GUTKNECHT, N.; KAISER, F.; HASSAN,A.; LAMPERT, F. Long-term clinical evolution of endodontically treated teeth by Nd:YAG laser. *Journal of clinical laser med.& surgery.* V. 14:7-11 n.1 1996.

57 GUTKNECHT, N.; SIEVERT, T.; LAMPERT, F.; MORITZ, A.; CONRADS,G. Bactericidal effect of the Nd;YAG laser *in vitro* root canals. *J. Clin. Laser Med. & Surg.* V. 14, p.77-80, n.2, 1996.

58 LAN, WAN-HONG; HSIN, CHENG. Treatment of dentin hipersensitivity by Nd:YAG laser. *J. Clin. Med. & Surg.* V.4 (2), p.89-92, 1996.

59 LAN, WAN-HONG; HSIN, CHENG. Sealing of human dental tubules by Nd:YAG laser *J. Clin. Laser Med. & Surg.* V. 13: 329-333, n.5, 1995.

-
- 60 EDUARDO, CP; OLIVEIRA JR., WT; MYAKI, SI; ZECELL, DM. Comparative Study of the Shear Bond Strength of Composite Resin to Dental Enamel Conditioned with Phosphoric Acid or Nd:YAG Laser. *Rev. Odontol. Universidade de São Paulo* v.11(4), p 245-248, 1997
- 61 EDUARDO,C.P.; CECHINI,R.C.M.; MARQUES, J.L.L., MATSUMOTO,K. Scanning electron microscopy study on enamel etching with Nd:YAG laser and phosphoric acid. *J.Clinical Laser Med. & Surg.*, v.13, n.2, p.81-85,1995.
- 62 GOODMAN, B.D.; KAUFMAN, H.W. Effects of Argon laser on the crystalline properties and rate of dissolution in acid of tooth enamel in the presence of sodium fluoride. *J.D.Res.* v. 56:10-12, p. 1201-1207, 1977
- 63 OHO, T.; MORIOKA, T. Ar laser irradiation increases the acid resistance of human enamel. *J.Dental Health*, abstract, v. 37, p.283-289, 1987
- 64 HICKS,J.M.; WESTERMAN,G.H.; FLAITZ, C.M. BLANKENAU, R.J.; POWELL,G.L.; BERG, J.H. Effects of argon laser and acidulated phosphate flouride on root caries. *Amer. J. Dent.*,v.8, n.1, p.10-14,1995.
- 65 WESTERMAN,G.H.; HICKS, J.; FLAITZ, C.M.; BLANKENAU, R.J; POWELL,L. *J. Clin,Laser Med.&Surg.*, v.17:2,p.63-69,1999
- 66 BLANKENAU, R.J; POWELL,L.; ELLIS, R.W.; WESTERMAN,G.H. In vivo caries-like lesion prevention with Argon laser: pilot study. *J. Clin,Laser Med.&Surg.*, v.17:6,p.241-243,1999.
- 67 HICKS,J.; FLAITZ,C.; BLANKENAU, R.J.; POWELL,L. Argon laser and APF effect treatment on enamel surface morphology: a n SEM study. *J. Dent. Res.*, (IADR abstracts) abst,1407, 1999.

68 ANDERSON, J.R. RANDALL,W.E., BLANKENAU, R.J., BEIRAGHI,S.M.; WESTERMAN,G,H. Caries resistance in enamel by laser irradiation and topical fluoride treatment. *J. Clin,Laser Med.&Surg.*, v.18:1,p.33-36, 2000.

69 YU, DUNCAN; POWELL, L.; HIGUCHI,W.I.; FOX,J.F. Enhancement of Argon laser effect on dissolution and loss of human enamel. *J. Clin,Laser Med.&Surg.*, v.11:5,p.259-261,1993.

70 GROTH, E.B.; EDUARDO, C.P.; TANJI, E.; ZEZEZELL, D.M.; MATSON,E. "The pre-treatment of enamel surface in vitro with Er:YAG laser for bonding composite resin" In Int. Proc. Lasers in Dentistry. B. Azaz Editor – Monduzzi Editore 53-57. 1996 -

71 GROTH, EB; TANJI, EY; ZEZEZELL, DM; MATSON, E; EDUARDO, CP Treatment of Enamel Surface *in vitro* with Er:YAG Laser for Bonding Composite Resin” 5TH Congress of the International Society for Lasers in Dentistry, 53-57Jerusalem, Israel, May 5-9, 1996

72 GROTH, E.B. Estudo comparativo do condicionamento do esmalte dental com Er:YAG laser e ácido fosfórico. Análise morfológica e resistência à tração. Dissertação de doutouramento FOU SP, 1997.

73 RAMOS, A .C.B.; ZEZEZELL,D.M.; EDUARDO,C.P. Marginal leakage in cavity prepared with Er:YAG laser: evaluation by energy dispersive X-rays, scanning electron and light microscopy, 6th International Congress on Lasers in Dentistry, 183-186. Maui, Hawaii, USA, july 28-30, 1998.

74 ZEZEZELL, D.M.; RAMOS, A .C.B.; EDUARDO, C.P., TANJI, E.Y. Microinfiltração em restaurações classe V preapradas Dom Er:YAG laser. Reunião Anul da sociedade Brasileira de Odonologia. Águas de São Prdro 1-4 set/1996

75 ZEZELL, DM; BONK, PA; SALVADOR, VLR; VIERIA JR., ND; EDUARDO, C.P. Potential of Ho:YLF and Fluoride in Prevention of Dental Caries. 6th *International Congress on Lasers in Dentistry*, p. 63-65 Maui, Hawaii, USA, July 28-30, 1998

76 ZEZELL, D.M.; BONK, P.A.; SALVADOR, V.L.R.; ROSSI, W.; RANILI, I.M.; BACHMAN, L.; EDUARDO, C.P.; VIEIRA, N.D.; MORATO, S.P. "Combined effect of holmium laser and fluoride in prevention of dental caries *in vitro*" 1997.

77 BONK, P.A. *Avaliação da mudança da microdureza na superfície de esmalte dentário irradiada com laser de Hólmio e modelamento das microexplosões*. Dissertação de Mestrado – IPEN – 1999.

78 ZEZELL, DM; BONK, PA; SALVADOR, VLR; ROSSI, W; RANIERI, IM; BACHMANN, L; EDUARDO, CP; VIEIRA JR., ND; MORATO, S.P. Combined Effect of Holmium Laser and Fluoride in Prevention of Dental Caries *in vitro*" *Symposion on Laser and their Applications*, p. 162-164, Campinas, Brazil, December 3-5, 1997

79 ZEZELL, DM; CECCHINI, SCM; CECCHINI, RCM; EDUARDO, C.P. Efeitos dos Lasers de Hólmio em Esmalte e Dentina" *VI Simpósio Estadual de Lasers e Aplicações*, p. 72-75. São Carlos, São Paulo, 17-19 Outubro, 1994

80 ZEZELL, DM; VIEIRA JR., ND; MORATO, SP; EDUARDO, CP; CECCHINI, SCM; MATSUMOTO, K.I. Aplicações de Laser de Ho:YLF em Odontologia: Testes *in vitro*" *Reunião de Pesquisa na Faculdade de Odontologia da USP*, p. 24-25, São Paulo, 2 Maio, 1994.

81 ZEZELL, DM; CECCHINI, SCM; EDUARDO, CP; MATSUMOTO, K; ROSSI, W; NOGUEIRA, GEC; BERRETA, JR; VIEIRA JR., ND; MORATO, SP Experimental Studies of the Applications of Holmium Laser in Dentistry" *J. Clin. Lasers Med. Surg.* 13(4): 283-289, 1995

-
- 82 EDUARDO, C. P.; ZECELL, D.M. Experience in the area of Ho:YLF laser in hard tissue. *Deutsche Gesellschaft fur laser Zahnheilkunde Newsletter* 8 (KE): 26,1997.
- 83 BORAN, T.L.; ZAKARIASEN, K.L.; PETERS, J. The effects of CO₂ laser radiation on smooth surface enamel in vitro. *J.Dent. Res.* Número especial. v. 70, .p. 493, abstract 1819, 1991
- 84 NELSON, D. G.A .; JONGEBLOED, W.; FEATHERSTONE, J.D.B. Laser irradiation of human dental enamel and dentine. *New Zealand Dental Journal.* V.82, , p.74-77,1986.
- 85 PETERS, J.F.M.; ZAKARIASEN, K.L.; BORAN, T.L.; BARRON, J.R. Effects of pulsed /non pulsed CO₂ laser energy on enamel demineralization. *J. Dent. Res.*, v. 69, p.302, 1990.
- 86 SLAYTON, R.L.; WEFELL, J.S. Effects of laser irradiation on occlusal surfaces of human molars. *J. Dental Res.* V. 70, p.193, n. Esp. Abst. 1818, 1991.
- 87 BRUGNERA JR., A.; ROSSO, N.; DUARTE, D.; GUEDES PINTO, A.C. GENOVESE, W. The use of carbon dioxide laser in pit and fissures caries prevention: clinical evaluation. *J. Clin. Laser Med. & Surg.*, v. 15, n. 2, p. 79-82, 1997.
- 88 ZANTOROWITZ, Z.; FEATHERSTONE, J.; FRIED, D. Caries prevention by CO₂ laser treatment: dependency on the number of pulses used. *J.A.D. A.*, v. 129, p.585-591, 1998.
- 89 HSU, J.; FOX, J.L.; WANG, Z; POWELL, G.L.; OTSUKA, M.; HIGUCHI, W.J. Combined effects of laser irradiation/ solution fluoride ion on enamel demineralization . *J. Clin. Laser Med. & Surg.* v. 16: 2, p. 93-106, 1998.
- 90 FOX, J.L.; YU,D.; OTSUKA, M.; WONG, J.; POWELL,G. Combined effects of laser irradiation and chemical inhibitors on dissolutionnn of dental enamel. *Caries Res.*; v. 26, p.333-339, 1992.

-
- 91 FEATHESTONE, J.D.B.; FRIED, D; CORMACK, S.M. SIKA, S.M. Effect os pulse duration and repetition rate on CO₂ laser inhibition of caries progrssion. *SPIE* v. 2672, p. 79-82, 1986.
- 92 FEATHESTONE, J.D.B.; BARRET - VESPONI, N.A.; FRIED, D.; KANTAROWITZ, Z; SIKA, W. CO₂ inhibition of artificioal caries-like lesion progression in dental enamel. *J. Dental Res.* V.7, n6, p. 1397-1403, 1996.
- 93 FEATHESTONE, J.D.B.; FRIED, D; BITTEN, E.R. Mechanism of laser induced solubility reduction of dental enamel. *SPIE*, v. 2973, p. 112-116, 1997, Bellingham.
- 94 STERN, R.H.; SOGNAES, R.F. Laser inhibition of dental caries suggested by first tests in vivo. *J.A .D.A .*, v. 85, f.5, 1087-1090, 1972.
- 95 YAMAMOTO, H.; SATO K. Prevention of dental caries by acousto-optically Q-switched Nd:YAG laser irradiation. *J. Dental Res.* 59 (2): 137, fev. 1980.
- 96 HARGREAVES, J. A.; PISKO-DUBIENSKY, R. P. Changes in surface enamel using three diferents methodos of laser application. *J. D. Res* v. 63(4), p. 506, abstract-
- 97 MORIOKA, T.; TAGOMORI S.; TSUTSUNI H. Increase in acid resistance of hamster enamel by using a normal pulse Nd: YAG laser. *Furuoka Acta Médica* v.76(2) p.49-53 , abstract,1985.
- 98 MORIOKA, T.; TAGOMORI S. ; TSUTSUNI H. Effect of laser irradiation on fluoride uptake in enamel - by EPM surface scanning. *J. Jap. Soc.Laser Dent.*- Abstract. 1986.

99 MORIOKA, T.; TAGOMORI, S.; MIYATANI, N. Comparison of the normal pulse and AO Q-sw pulse Nd:YAG on the surface of tooth enamel. *J. Jap. Soc. Laser Dent*, v. 6, n3,, p.235. Abstact. 1987.

100 MORIOKA, T.; TAGOMORI, S. Applicability of Nd;YAG laser on prevention of dental caries. -*Laser surgery characterization and therapeutics. SPIE*,- v. 907, p.94-97. 1988.

101 OKO, T.; MORIOKA, T. Compositional and structural changes of human lased enamel. *J. Jap. Soc. Laser Dent*, v. 9 (3), p.205, 1988.

102 MORIOKA, T.; TAGOMORI, S. Combined effect of Nd:YAG lase irradiation and fluoride application on the acid resitance of dental enamel. *Caries Res.* v.23, p. 225-231, 1989.

103 TAGOMORI, S. Enhancing effects of Nd:YAG laser on remineralization of incipient dental caries. *SPIE*, v.1066, p. 217-220, 1989.

104 MORIOKA, T. ; TAGOMORI, S.; NARA, Y. Application of Nd:YAG laser and fluoride in the prevention of dental caries. - *Proceedings of the International Congress of Laser in Dentistry*. Tokyo - Japan 5-6 aug., 1988.

105 MYERS, T. D., MYERS, W.D. The use of a laser for debridment of incipient caries. *J. Prost. Dent.*, v. 53 (6), p. 776-779.

106 MORIOKA, T.; TAGOMORI, S.; INAI, YUKO. An incremental effect of acid resistance and remineralization on incipient caries of enamel with laser irradiation. *J. Jpn. Soc. Laser Dent.*, v.1. p.9, 1991.

-
- 107 TWASI, T.; TAGOMORI, S.; BAHAR, A.; MORIOKA, T.; Effect of Nd:YAG laser on pits and fissures of enamel. *Journal of Dental Research*. v. 71, fasc. 4, p. 1039 abstract 12.
- 108 MORIOKA, T. Lasers in Preventive dentistry- Prevention of dental caries. . *J. Jpn. Soc. Laser Dent.*, v.10, p.247, Abst. 1993.
- 109 BAHAR, A.; TAGOMORI, S. The effect of normal pulsed Nd:YAG laser irradiation on pits and fissures in human teeth. *Caries Research*.v. 28, p.460-467,1994.
- 110 KIKUO, K. Basic and clinical research in the prevention of dental caries using the Nd:YAG laser. *The 4 th International Congress in lasers in dentistry*, p. 19-29.
- 111 MYAKI, S. I. Efeitos da irradiação da luz laser Nd:YAG nos sulcos e fissuras de pré-molares humanos: estudo *in vitro*, empregando o MEV. *Dissertação de mestrado - USP* 1996.
- 112 GUTNECK, N.; BOTTENBERG, PC. *In vitro* surface modification of fissure walls after Nd:YAG laser irradiation. *Caries Res*. v.30, p.280, abstract 40.
- 113 ZHANG,C.; KIMURA, Y.; MATSUMOTO, K. The effects of pulsed Nd:YAG laser irradiation with fluoride on root surface. *J. Clin. Laser Med. & Surg.*, v.14, n.6, p. 399-403, 1996.
- 114 CECCHINI, R. C. M. - *Estudo in vitro do efeito do laser de Nd:YAG em esmalte dental: análise de fluorescências de Raios -X e microscopia eletrônica de varredura. Dissertação de Mestrado Faculdade de Odontologia USP, 1997.*
- 115 CECCHINI, R.; ZECELL, D.; SALVADOR, V.; EDUARDO, C.P. *In vitro* analysis of the Nd: YAG laser in enamel using X-ray fluorescence and scanning electron

microscopy. SLA 1997 (*Symposium on Lasers and Proceedings and their Applications*). 3-5 Dec.97,- Campinas, SP, Brazil.

116 PELINO, J.L. *Estudo in vitro do efeito do laser de Nd:YAG sobre o esmalte denral humano: análise por Microscópia Óptica e MEV*. Dissertação de Mestrado- São José dos Campos - 1998

117 CECHINI, R.C.; PELINO, J.E.; MELLO, J.B.; CARDOSO, J.B.; SALVADOR, V.I.; EDUARDO, C.P. Acid resistance of enamel treated with Nd:YAG laser associated with fluoride and exposed to a s. mutans cuture media. *6th International congress on Lasers in Dentistry*, p.53-57.

118 BORGGREVEN, J.M.P.; DUK, J.W; DRIESSENS,F.C.M. Effect of laser irradiation on the permeability of bovine dental enamel. *Archs oral biol.*, v.25,p.74-79,1980.

119 MORIOKA,T.; TAGOMORI, S.; OHO, TAKAHIKO. Acid reistance of lased human enamel with Erbium:YAG laser. *J. Clin. Laser Med. & Surg.* -june 1991.

120 HOSSAIN, M.; NAKAMURA, Y.; KIMURA, Y.; YAMADA, Y.; MITSHIRO,I.; MATSUMOTO,K. Caries-preventive effect of Er:YAG laser irradiation with or without water mist. *J. Clin. Laser Med. & Surg.* v. 18, n.2, p.61-65, 2000.

121 FRIED, D.; FEATHERSTONE, D.B., SISURI, S.R.; SEKA, W; WALSH, J.T. The caries inhibition potencial of Wer:YAG and Er: YSGG laser irradiition. *SPIE Proceedings of Lasers in Dentistry II*, v. 2672, p.73-77.

122 ZACH, L.; COHEN, G. Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, v.19, p.515-530, 1965.

-
- 123 ADRIAN, J.C. Pulp effects of Neodymium laser. *Oral Surg., Oral Med. Oral Path.*, v.44, p.831-832, 1980.
- 124 MELCER, J.; CHAUMMETTE, M.T.; MELCER, M.; ZABOULONNN, S.; HASSON, R.; MERARD, R.; PINAUDEAU, Y.; DEJARDIN, J. "Preliminary report on the effect of the CO2 laser beam on the dental pulp of the *Macaca Mulatta* primate and the beagle dog". *J. End.* Vol. 11 no. 1 january 1985. P. 1-5.
- 125 MISERENDINO, L.; NEIBURGER, E.J.; WALIA, H.; LUEBKE, N.; BRANTLEY, W. "Effects of continuous wave CO2 laser exposure on human teeth: an in vitro study". *J. End.* Vol. 15, n. 7, July 1989, p. 302-305.
- 126 POWELL, G.,L.; MORTON, T.H.; LARSEN, A .E." Pulpal response to irradiation of enamel with continuous wave CO2 laser". *J. Endo.* 15 (12)p.581-583, dez 1989.
- 127 WHITE, J.M.; GOODIS, H.E.; ROSE, C.M., DANIELS, T.E. "Effects of Nd:YAG laser on pulps of extracted human teeth". In: International association for Dental Research General Session & Exhibition, 68. Cincinnati. Mar. 7-11. Abstract of papers. *J. D. Research.* 69 p. 33 - 1990.
- 128 WHITE, J. M.; NEEV, J.; GOODIS, H.E.; BERNS, M.W. "Surface temperature and thermal penetration depth of Nd:YAG laser applied to enamel and dentin. *SPIE* . Vol. 1643 *Laser Surgery* (1992). Pp. 423-435.
- 129 ANIC, L.; VIDOVIC, D.; LUIC, M.; TUDJA, M. "Laser induced molar tooth pulp chamber temperature changes" *Caries Res.* 1992: 26: 165-169.
- 130 .GOODIS, H.E.; WHITE, J.M.; HARLAN L. Absence of pulpal response from Nd:YAG laser exposure on enamel. *J. D. Research* 71 (n. Esp.) p. 162, 1992 . Abstract 449).

131 . WHITE, J. M.; GOODIS, H. E.; SITCOS, J.C.; EAKLE W. S.; HULSCHER, B. E.; ROSE C. L. "Effects of pulsed Nd:YAG laser energy on human teeth: a three year follow-up study". *J. A. D. A.* 124 (7) p. 45-51 1993.

132 ANCORIA, C.J.; DESEK, M.; VITASEK-ANCORIA, B. "Pulpal effects of a high rep rate Nd:YAG laser". *J.Clin. Las. Surg & Med.* 12 (1) p.21-25, 1994.

133 WHITE, J.M.; FAGAN, M. C.; GOODIS, H.E. "Intrapulpal temperatures during pulsed Nd:YAG laser treatment of dentin, in vitro". *J. Periodontol.* March 1994. Pp.255-259.

134 WHITE, J. M.; GOODIS, K. A.; WAGGONER, W.F.; KUDLER J. J.; HAGMAN, F. T. "Pulpal safety of Nd: YAG laser for caries removal in enamel". *J. D. Research* 74 (fascículo especial) p. 101, abstract. 1995.

135 YU, DUNCAN; POWEL, G. L. ; HIGUCHI, W. I.; FOX, J. L. "Pulpal temperature measurement for Nd:YAG laser irradiated human tooth". *J. Clin. Las. Med. & Surg.* 13 (2) p. 69-71, 1995.

136 ZECELL, D.M.; CECCHINE, S.C.M.; PINOTTI, M.; EDUARDO, C.P. "Temperature changes under Ho: YLF irradiation" *SPIE* , v.2672, p. 34-40, 1996.

137 MORIOKA, T.; SUZUKI, K.; TAGOMORI, S. "Effect of beam absorption mediators and resistance of surface enamel by Nd:YAG laser irradiation ". *The Journal of dental health* v.34. n. 1, jan. 1984.

138 JENNET,E.; MOTOMEDI, M.; RASTEGAR, R.; FREDERICKSON,C.; ANCORIA,C.; POWERS,J.M. "Dye enhanced ablation of enamel by pulsed laser". *J. Dent. Res.* 73 (12) 1841-47 dec. 1994

- ¹³⁹ MORIOKA, T. Personal communication.
- 140 YARBOROUGH, M.; Tanking the confusion out of matching medical lasers to applications. *photonics Spectra*, p. 88-92, oct. 1992
- 141 BOARI, H.G.D.; ZECELL, D.M.; EDUARDO, C.P. Alterações morfológicas do esmalte dental irradiado com Nd:YAG e diferentes iniciadores. XXII Encontro Nacional de Física da Matéria Condensada. Biofísica, 19. São Lourenço, Minas Gerais, 11-15 maio, 1999.
- 142 BOARI, H.G.D., ZECELL, D.M., EDUARDO, C.P. Pigmentos fotoabsorvedores acentuam a ação do laser de Nd:YAG sobre o esmalte dental objetivando a prevenção de cáries. 16^a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica. 8-11 de setembro de 1999. Águas de São Pedro SP.
- 143 TAGOMORI, S.; IWASE, T. "Ultrastructural change of enamel exposed to a normal pulsed Nd:YAG laser. *Caries Res.* 29: 513-520, 1995.
- 144 HESS, J. A. "Scanning electron microscopic study of laser induced morphologic changes of a coated enamel surface". *Lasers in Surg. Med.* 10 : 458-462, 1990.
- 145 ESINALIEV, J.; MIDDA, M.; ORAESVSKY, A. RASTIGAR, R. "Dye enhanced pulsed laser ablation of hard tissue: the effect of pulsed length". *American S. Laser Med and Surg.* P. 16 abst. 68.
- 146 OLIVEIRA, M.V.; WETTER, N.U.; ZECELL, D.M.; BOARI, H.G.D., MARRACHINI, T.M.; EDUARDO, C.P. "Morphological modifications in the enamel with dye-assisted diode laser (960 nm) irradiation". ISLD, July 29- August 02, Brussels, Beilgium, 2000.
- 147 ROONEY, J.; MIDDA, M. LEENING, J. " A laboratory investigation of the bactericidal effect of a Nd:YAG laser". *Brit. Dental J.* 176: 24 p. 61-64, 1994.

148 CALDEIRA, C. L. “ Avaliação clínica da resposta pulpar obtidas em pacientes submetidos aos testes de vitalidade com frio- gelo e diclorofluorometano- em função da faixa etária e do grupo etário”- Dissertação de Mestrado pela Faculdade de Odontologia da USP, 1997.

149 GRINBERG, M. “O dente pode matar”- *Jornal do CRO-SP*, ano 22, n 92, p.08, junho de 2000.



M22007



Instituto de pesquisas energéticas e nucleares

Travessa "R", nº 400 - Cidade Universitária - Butantã

São Paulo - CEP.: 05508-900

Tel.: (011) 816-9000 - Fax.: (011) 212-3546

<http://www.ipen.br>

O Ipen é uma autarquia vinculada à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo, gerida técnica, administrativa e financeiramente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear e associada à Universidade de São Paulo para fins de ensino de Pós-Graduação.