

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ODONTOLOGIA

DETECÇÃO DA DESMINERALIZAÇÃO DO ESMALTE
POR FLUORESCÊNCIA NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO – IN VIVO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de doutora em Odontologia.

TAÍS PEREIRA LEAL

SÃO PAULO

2021

UNIVERSIDADE PAULISTA
PROGRAMA DE DOUTORADO EM ODONTOLOGIA

DETECÇÃO DA DESMINERALIZAÇÃO DO ESMALTE
POR FLUORESCÊNCIA NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO – IN VIVO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de doutora em Odontologia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Lucia Feijó Ortolani

TAÍS PEREIRA LEAL

SÃO PAULO

2021

Leal, Taís Pereira.

Detecção e diagnóstico da desmineralização do esmalte por fluorescência no tratamento ortodôntico: diagnóstico clínico da desmineralização por fluorescência / Taís Pereira Leal. - 2021.

25 f. : il. color. + CD-ROM.

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, São Paulo, 2021.

Área de concentração: Ortodontia.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Cristina Lúcia Feijó Ortolani.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Maristela Dutra-Corrêa Bomfim.

1. Fluorescência. 2. Desmineralização. 3. Ortodontia.
I. Ortolani, Cristina Lúcia Feijó (orientadora). II. Bomfim, Maristela Dutra-Corrêa (coorientadora). III. Título.

TAÍS PEREIRA LEAL

**DETECÇÃO DA DESMINERALIZAÇÃO DO ESMALTE
POR FLUORESCÊNCIA NO TRATAMENTO ORTODÔNTICO – IN VIVO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de doutora em Odontologia.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

_____/____/_____
Prof.^a Dr.^a Cristina Lucia Feijó Ortolani
Universidade Paulista – UNIP

_____/____/_____
Prof.^a Dr.^a Flávia Pires Rodrigues
Universidade Paulista – UNIP

_____/____/_____
Prof.^a Dr.^a Maristela Dutra Corrêa
Universidade Paulista – UNIP

_____/____/_____
Prof. Dr. Ricardo Scarparo Navarro
Universidade Brasil

_____/____/_____
Prof.^a Dr.^a Patrícia M. de Freitas
Faculdade de Odontologia da USP – FOUSP

DEDICATÓRIA

À **Deus**, por iluminar minha vida, pelo amparo espiritual e material concedido para atingir meus ideais e enfrentar cada novo desafio.

Aos meus pais, **João Sérgio** (in memorian) e **Suzana**, pelo amor, carinho, ensinamentos e valores transmitidos fizeram entender que, o bem mais precioso e do qual ninguém pode nos tirar é o conhecimento. Mãe, obrigada por ser essa pessoa presente em minha vida, não existe palavras para descrever o amor que sinto por ti. Ao meu segundo pai, sócio e amigo **João Alberto**, agradeço pelo apoio e confiança, a minha eterna gratidão.

As minhas irmãs **Lis** em especial **Cris e Themis**, por estarem sempre ao meu lado me apoiando e torcendo por mim, razão da minha superação e exemplo, meus cunhados **Rafael e Marcelo** pelo suporte concedido e atenção em todos os momentos que precisei.

As **minhas afilhadas Alice e Antônia**, que amo infinitamente e acredito ser a nossa esperança de um futuro e um mundo melhor, com mais respeito e educação.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha orientadora, **Profa. Dra. Cristina Lúcia Feijó Ortolani**, por acreditar em minhas ideias e apoiar-me no universo da pesquisa. Agradeço pela amizade, incentivo e confiança para a conclusão deste trabalho. Seus ensinamentos, ao longo deste período contribuíram para meu crescimento profissional e pessoal. Obrigada, professora, pela oportunidade de vencer mais um desafio e compartilhar seus conhecimentos. Meus mais profundos agradecimentos.

À **profa. Dra. Maristela Dutra Corrêa**, pela boa vontade e disposição de ensinar seus alunos, entre os quais me incluo. Agradeço pelo carinho, apoio, ajuda nos momentos de dúvidas e pelas boas conversas.

À **profa. Dra. Patrícia Moreira de Freitas**, pelo tempo dedicado. Sua experiência e sabedoria esclareceram e ajudaram no desenvolvimento deste trabalho. Obrigada pelos ensinamentos no laboratório, por compartilhar seus conhecimentos, pelo exemplo de profissional completa.

Ao **Prof. Dr. Ricardo Scarparo Navarro** coorientador e grande amigo, razão para hoje encontrar-me nesse novo universo da pesquisa, com quem iniciei os trabalhos científicos. Agradeço por mostrar o valor de uma ideia, por ter me ensinado a difícil e árdua arte de realizar uma pesquisa, pela confiança depositada em mim, dedicação e ajuda durante todos estes anos de trabalho.

AGRADECIMENTOS

Aos pacientes, que acreditaram e tornaram esta pesquisa uma realidade, minha lembrança e eterna gratidão.

À Professora Silvia Cristina Nunez, querida colega que viabilizou a realização desse trabalho de pesquisa ao fornecer o aparelho EVINCE[®] (MMOptics, São Carlos, SP, Brasil.

Às alunas da graduação de Odontologia - Diana, Erika, Luciana e Viviane -, por dividirem comigo a responsabilidade e os cuidados com os pacientes nos laboratórios e clínicas. Impecável a dedicação e comprometimento com a pesquisa clínica.

Aos colegas Kleber e Heide, agradeço a ajuda e participação nesses longos anos em congressos, eventos, jornadas acadêmicas, ações sociais... São exemplos como seres humanos e sempre terão meu apoio, quando precisarem. A Thalia, pelo interesse e disposição em contribuir.

Aos meus amigos e professores do curso de pós-graduação em Ortodontia - Carol, Milena, Tânia, Ingrid e Antônio -, pela cumplicidade e paciência nesse momento da minha vida. As boas amizades são para sempre.

Agradeço, também, ao Prof. Hatsuo Kubo (in memoriam, pela amizade e parceria de muitos anos com a pesquisa e com o ensino, um exemplo como profissional e colega. Aprendi com ele a arte de ensinar e o desapego material, que o levou a realizar lindos trabalhos em vida.

À Nicole Pinheiro, pela constante ajuda e confiança depositada em mim, agradeço por atender prontamente a cada um dos meus pedidos. Obrigada por tudo!

Aos meus queridos colegas Plínio e Danielle, por estarem ao meu lado, apoiando-me e torcendo por mim.

A minha irmã de coração, Elenara, e à amiga Ruteli, meu muito obrigada pelo convívio, amizade e ajuda para vencer esse grande desafio.

À minhas queridas tia Sandra e sobrinha Yasmin, pela força e apoio em minha vida pessoal e profissional.

Aos profissionais e funcionários da Universidade Paulista – UNIP, Universidade Brasil e Universidade São Paulo – FOU SP departamento de Laser em Odontologia (LELO) - por me receberem de braços abertos, com alegria e carinho, tornando os dias maravilhosos.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pelo apoio financeiro concedido.

A todos que colaboraram direta ou indiretamente para a concretização deste sonho, meus sinceros agradecimentos.

“Os homens perdem a saúde para juntar dinheiro, depois perdem dinheiro para recuperar a saúde. E, por pensarem ansiosamente no futuro, esquecem do presente de forma que acabam por não viver nem o presente e nem o futuro. E vivem

como se nunca fossem morrer. E morrem como se nunca tivessem vivido”.

Dalai Lama

RESUMO

A incidência de lesão de cárie em superfície de esmalte dental é alta em indivíduos que estão em tratamento ortodôntico e não apresentam uma boa higienização bucal. O acúmulo do biofilme dental é um dos fatores que predispõe a atividade da doença cárie. A avaliação por fluorescência é um dos mecanismos que auxilia na identificação de lesões de manchas brancas que ocorrem pela desmineralização do esmalte dental. O propósito deste estudo *in vivo* é, por meio da fluorescência, identificar a área de desmineralização do esmalte dental durante o tratamento ortodôntico. Foram selecionados 35 pacientes com necessidade tratamento ortodôntico, maiores de 18 anos, sem perda de dentes incisivos e sem restaurações. Receberam orientações sobre a higienização bucal e dieta alimentar, com o objetivo de homogeneizar as amostras. O estudo utilizou Aparelho Evinco MMOptics São Carlos, SP, Brasil e QLF (Quantitative Light-Induced Fluorescence, Inspektor Research Systems, Amsterdã, Holanda). Após todas as leituras iniciais, 30 e 60 dias, as imagens foram analisadas. O sistema Evinco utilizou o software Image J, que permitiu a qualificação das imagens em milímetros quadrados. Análise estatística mixed-model ANOVA de medidas repetidas para dois fatores e teste post-hoc de Tukey com nível de significância estabelecido em 5% ($\alpha=0,05$). Os métodos (Evinco e QLF) apresentaram resultados semelhantes em relação a valores de área lesão (desmineralizada) e progressão da lesão (remineralização e desmineralização) no período entre 30 e 60 dias, por meio da análise estatística mixed-model ANOVA de medidas repetidas para dois fatores e teste post-hoc de Tukey, com nível de significância estabelecido em 5% ($\alpha=0,05$). Dentre os métodos de fluorescência utilizados, o Evinco apresentou desempenho melhor na detecção do biofilme do que o QLF. Porém, não se mostra confiável para quantificar a desmineralização na superfície do esmalte dental ao redor de bráquetes ortodônticos e, sim, um meio auxiliar no diagnóstico.

Palavras-chave: Fluorescência. Desmineralização. Ortodontia.

ABSTRACT

Carious lesions incidence on dental enamel surface is high in individuals who are under orthodontic treatment and do not have a good oral hygiene. The deposit of a dental biofilm is one of the predisposition factors for the activity of caries disease. Evaluation by using fluorescence is one of the mechanisms used to assist in the identification of white spot lesions, which are held by the dental enamel demineralization. This *in vivo* study aims to identify through fluorescence the area of dental enamel demineralization during orthodontic treatment. Thirty-five 18-year-old or older patients requiring orthodontic treatment, who had no lost incisors and no restorations, were selected. They were guided about oral hygiene and diet so that samples could be homogenized. The study used the Evince MMO Optics São Carlos, SP, Brazil, and the QLF (Quantitative Light-Induced Fluorescence, Inspektor Research Systems, Amsterdam, The Netherlands). After all the initial readings, at 30 and 60 days, the images were analyzed by the Evince system that used the Image J software where it allowed the qualification of the images in square millimeters. ANOVA mixed model statistical analysis of repeated measures for 2 factors and Tukey post-hoc test with significance level set at 5% ($\alpha=0.05$) was used. The Evince and QLF methods showed similar results regarding lesion area values (demineralized) and lesion progression (remineralization and demineralization) at 30 and 60 days, through ANOVA mixed model statistical analysis of repeated measures for 2 factors and Tukey post-hoc test with significance level established at 5% ($\alpha=0.05$). Among the fluorescence methods used, Evince showed a better performance in biofilm detection than QLF. However, it is not reliable to quantify the demineralization on the surface of dental enamel around orthodontic brackets, but rather use it as an aid diagnostic tool.

Key-words: Fluorescence. Demineralization. Orthodontics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVO	16
3 CONCLUSÃO GERAL	21
REFERENCIAS DA INTRODUÇÃO	22

1 INTRODUÇÃO

A doença cárie é sacarose-biofilme dependente, isto é, tem sua etiologia baseada na disbiose da microbiota bucal, a partir do acúmulo de bactérias no biofilme na superfície do esmalte dental, associado ao alto consumo de carboidratos¹. Está diretamente ligada a um processo molecular altamente complexo e dinâmico na interface das superfícies dentárias e do biofilme. Na parte mineral dental, a partir de modificações na cavidade bucal, com o desequilíbrio nos processos de desmineralização e remineralização, ocasionando a formação das lesões cariosas¹⁻². A manifestação clínica dental do processo carioso inicia com o aparecimento de lesões incipientes ou manchas brancas, caracterizadas como áreas esbranquiçadas, opacas e rugosas devido ao aumento da perda mineral e porosidade do esmalte³.

A Ortodontia é uma especialidade da Odontologia que, em conjunto com outras, visa o melhor para o ser humano, buscando estética, função e forma ideal da oclusão dental, para uma agradável harmonia facial⁴⁻⁵. Os recursos utilizados para alcançar esse último objetivo incluem movimentos dentais por forças aplicadas a acessórios ortodônticos (bráquetes) colados à face vestibular dos dentes^{3,6-8}. O tratamento ortodôntico consiste em corrigir as más posições dos dentes com aparelho removíveis e/ou fixos. Esses últimos facilitam a retenção de resíduos alimentares e placas bacterianas. Assim, quando não associados a uma eficiente higienização bucal e ao controle do consumo de sacarose, podem levar à doença cárie, com o surgimento de manchas brancas no esmalte dental ao redor dos bráquetes ortodônticos, que podem evoluir para lesões de cárie cavitadas²⁻³.

Em geral, os profissionais da Odontologia têm observado a necessidade de tratamento multidisciplinar, com adoção de condutas para prevenção e controle da doença cárie, relacionadas a medidas de promoção de saúde, educação e motivação para higiene, dieta e utilização tópica de produtos fluoretados (soluções, dentifrícios, gel, verniz, selantes)⁸⁻⁹. A correta remoção/desorganização do biofilme dental, associada ao uso de selantes, é um método simples e não invasivo, capaz de controlar a progressão das lesões de mancha branca no esmalte dental^{6,7,10-11}.

Diversos estudos vêm avaliando a microdureza na superfície do esmalte dental após o desafio cariogênico, como forma de comprovar a eficiência dos

selantes resinosos, bem como dos adesivos de bráquetes ortodônticos no controle da desmineralização do esmalte dental^{8,10-12}

O processo de diagnóstico inicia com a avaliação dos fatores etiológicos relacionados à doença cárie, considerando os fatores biológicos, comportamentais e socioeconômicos coletados na realização da anamnese¹³⁻¹⁴.

O desenvolvimento da desmineralização do esmalte é conhecido como lesão de manchas brancas adjacentes. Assim, os bráquetes ortodônticos continuam sendo um problema clínico significativo, por dificultarem a higienização, uma vez que aumentam o acúmulo do biofilme dental, um dos fatores que predispõe à atividade da doença cárie¹⁵⁻¹⁶. Até agora, não se encontrou nenhuma ferramenta específica disponível capaz de indicar qual paciente apresenta alto risco de desenvolver a doença, baseada nas características biológicas de um fator causal^{12,17-18}.

A avaliação clínica de higiene oral do paciente deve ser conforme sua necessidade e fazer parte da rotina de cada visita^{6,19}. Atualmente, a avaliação visual direta, associada aos índices de placa bacteriana é o método mais usado, pois permite a quantificação. Da mesma forma, geralmente, avalia-se a desmineralização por visão direta, o que pode ser criticado, já que a perda do mineral pode ocorrer antes da mancha branca torna-se visível²⁰. Portanto, a detecção precoce do biofilme em torno dos bráquetes durante o tratamento ortodôntico, juntamente com a remoção e a orientação dos especialistas clínicos em um formato de fácil compreensão e métodos eficazes de escovação, adaptados às necessidades dos pacientes, pode ajudá-los a desenvolver bons hábitos²⁰⁻²². Por ser a medida mais importante associada ao controle da progressão da doença cárie, alguns pesquisadores têm procurado desenvolver novos sistemas para avaliação²³⁻²⁴.

Atualmente, é cada vez maior o uso de técnicas modernas, para auxiliar o cirurgião-dentista no diagnóstico preventivo, especialmente de lesões em estágios iniciais, seja em tecidos duros ou moles da cavidade bucal. Dentre os métodos existentes, há os mais caros e complexos, como a tomografia computadorizada. No entanto, o profissional da Odontologia pode utilizar diretamente outros métodos, mais simples, que auxiliam enormemente. Nesse sentido, os sistemas de imagem por fluorescência ganham destaque^{22,25} por medirem o grau de alteração da fluorescência do esmalte desmineralizado em comparação com o esmalte sadio, relacionando-o, de modo direto, à quantidade de mineral perdido durante a desmineralização²⁶⁻²⁷.

Os métodos autoaplicados de fluoretos, de forma individualizada de concentração de íon flúor, frequência e técnica de utilização, oferecem excelente relação custo-benefício no controle da progressão das lesões de cárie. Porém, a presença de fatores etiológicos individuais, principalmente o consumo de sacarose, limitam os efeitos dos materiais fluoretados, não impedindo a instalação da doença nem o desenvolvimento de lesões de cárie, em especial, naqueles pacientes em tratamento ortodôntico^{22-23,28-30}.

O método de visualização de fluorescência foi desenvolvido com o objetivo de fornecer auxílio clínico, evidenciar os primeiros sinais de processos neoplásicos e contribuir para a terapia fotodinâmica³¹. Nos últimos 20 anos, foram desenvolvidos métodos quantitativos mais sofisticados para detecção precoce da doença cárie. O esmalte é um tecido altamente mineralizado e translúcido. Devido a sua composição mineral, emite luz fluorescente, quando exposto a certos comprimentos de onda de luz²⁵. Conforme a porosidade aumenta durante os estágios iniciais da formação das lesões de cárie, ocorrem mudanças distintas nas propriedades ópticas do esmalte afetado. Sua autofluorescência diminui com a desmineralização, pois as mudanças ópticas estão diretamente relacionadas com o conteúdo mineral do esmalte³².

A fluorescência *Quantitative Light-induced Fluorescence* (QLF[™] Inspector Research Systems, BV, Holanda) é um método não invasivo, uma ferramenta de diagnóstico usada para a quantificação longitudinal de lesões incipientes em superfícies lisas com avaliação quantitativa da desmineralização precoce, bem como do biofilme^{13,33}. O sistema consiste em uma câmera oral; um tubo de iluminação com oito diodos emissores de luz violeta-azul (LEDs; 405 ± 20 nm) e quatro LEDs brancos (amplo espectro, 6500 K); um tubo de anel em torno de uma macro lente de 60 mm e um conjunto de filtro, ligado a um software. A técnica QLF é baseada nas propriedades do esmalte para autofluorescência, quando iluminado por LEDs e fornece três medidas: área de superfície desmineralizada em mm², ΔF (% fluorescência perda de intensidade), e ΔQ (o impacto, que é o produto de ΔF e área)^{27,33}. O sistema descreve áreas desmineralizadas como mais escuras do que o esmalte saudável circundante durante o estágio inicial. Mudanças na radiância fluorescente e na área da lesão podem ser monitoradas ao longo do tempo (progressão ou regressão da lesão)^{3,5-6}.

Os pesquisadores têm mostrado interesse crescente em métodos não destrutivos, como a quantificação da fluorescência induzida por luz nos tecidos QLF,

para a avaliação quantitativa e qualitativa das imagens, com o monitoramento longitudinal das alterações de composição mineral e estruturais nos estágios iniciais dos tecidos dentais³⁴. Uma reunião de consenso e uma revisão recente concluíram que o QLF pode ajudar a reduzir o número de indivíduos e a duração do ensaio ao avaliar a eficácia de novos tratamentos anticárie^{18,20}. Esse método foi empregado em experimentos de ciclagem de pH e no monitoramento in vivo da remineralização de lesões de manchas brancas. Todo o potencial foi relatado como um novo método de medição da placa dentária, validando que pode ser usado no monitoramento do biofilme oral e dos tecidos gengivais³⁴.

Também foram relatadas correlações intraclasses (ICC), variando de 0,80 para intensidade a 0,95 para área de desmineralização. QLF tem várias limitações primárias. Primeiro, o sistema exige mais de uma pessoa para realizar a avaliação. Segundo, seu grande tamanho dificulta seu transporte de uma sala para outra, em tempo hábil para os dentistas. Terceiro, como ele pode ser afetado por outras fontes de luz, requer uma sala escura. Além disso, a saída de dados não é analisada automaticamente. Por fim, tanto a comparação das imagens, quanto sua sobreposição precisam ser feitas manualmente e os equipamentos ainda são relativamente caros³⁵⁻³⁶.

Para superar as limitações do QLF, foi desenvolvido um novo instrumento, baseado nos mesmos princípios básicos, a fim de visualizar os tecidos da cavidade bucal, com um sistema de imagem de campo amplo por fluorescência óptica. O método é basicamente composto por arranjo de LEDs (Diodos Emissores de Luz) emitindo na região violeta-azul do espectro eletromagnético e por um conjunto de filtros ópticos que permitem a captação e a visualização da fluorescência produzida após a irradiação dos tecidos. Todo esse conjunto forma uma peça de mão, por meio da qual é feita a observação direta da fluorescência no visor. O equipamento Evinco® (MMOptics, São Carlos, Brasil) apresenta três níveis de intensidade e pode analisar os dados automaticamente, pois, devido ao formato exclusivo da ponta, não requer uma sala escura, o que torna seu uso na prática clínica mais simples e com resultados comparáveis ao QLF^{28,30,37}.

Quando o primeiro protótipo de dispositivo portátil de visualização de fluorescência foi desenvolvido, Lane et al. descobriram que métodos ópticos, particularmente aqueles baseados em imagens de fluorescência e espectroscopia, provavelmente melhorariam nossa capacidade de detectar mudanças nos tecidos

como o câncer, por exemplo. Estudos recentes avaliaram a necessidade de melhorar a qualificação de profissionais para utilizar o método na visualização da detecção de lesões bucais potencialmente neoplásicas^{4,8,14,38}.

O método consiste em emitir luz violeta fluorescente (400 nm) sobre os tecidos e a mucosa oral por meio de sistemas de LEDs, onde irá se dispersar, absorver uma fração da energia aplicada e refletir a maior parte em um comprimento de onda maior (450-500nm), apresentando-se como uma fluorescência verde-maçã, quando observada por meio de filtros ópticos que bloqueiam a luz incidente. A fluorescência óptica é uma opção para se avaliar o acúmulo de biofilme e pode ser usada em conjunto com a fotografia digital. Essa combinação de fluorescência óptica e fotografia digital tem sido usada em indivíduos saudáveis, particularmente no tratamento dental, como método auxiliar de diagnóstico clínico que atua com seletividade^{4,18}.

O sistema de diagnóstico por fluorescência Óptica Evinco tem se mostrado um importante método de avaliação de lesões, com excelente nível de confiabilidade no monitoramento em áreas remineralizadas. Permite selecionar áreas suspeitas de desmineralização, para uma análise mais precisa em tempo real, e medição automática pelo software. Porém, é necessário padronizar o método, para não haver alteração nos resultados, quando avaliados pelo examinador²⁶⁻³⁹.

2 OBJETIVO

Detectar a desmineralização do esmalte dental durante o tratamento ortodôntico por meio de dois métodos de fluorescência: QLF (*Quantitative Light-induced Fluorescence*) e Evince® (MMOptics, São Carlos, Brasil)

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado de acordo com a Declaração de Helsinque (2008) para seres humanos e as diretrizes de Boas Práticas Clínicas. A aprovação ética foi concedida pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade São Paulo – UNIP -, sob o número do parecer 4.243.654

Local do estudo

A parte clínica do estudo foi realizada

1. Clínica de Odontologia, Curso de pós-graduação em Ortodontia da Universidade Brasil, São Paulo, SP, Brasil;
2. Clínica de Odontologia, Curso de pós-graduação em Ortodontia da Universidade Paulista - UNIP, São Paulo, SP, Brasil;
3. Laboratório Especial de Laser em Odontologia (LELO), Faculdade de Odontologia – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

Design de estudo

- Os participantes foram selecionados de forma voluntária no curso pós-graduação de Ortodontia da Universidade Brasil e da Universidade São Paulo-UNIP

- Os pacientes interessados receberam informações orais e escrita sobre o estudo e tiveram 72 horas para considerar a participação;
- 35 pacientes (9 homens e 26 mulheres, na faixa etária de 18 a 27 anos) foram selecionados de acordo com critérios de inclusão.

Critérios de Inclusão

- Pacientes com necessidade de tratamento ortodôntico;
- Pacientes com idade mínima de 18 anos;
- Presença de todos os incisivos centrais e laterais na arcada superior e inferior (dentes 12-22, 32-42);
- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Critérios de Exclusão

- Pacientes em tratamento ortodôntico;
- Menores de 18 anos;
- Doenças cavidade bucal graves (gengivite ou periodontite);
- Lesões de cárie em incisivos superior e inferior;
- Restaurações nos respectivos dentes avaliados;
- Ausência de algum elemento dental a ser avaliado.

Amostra

Foi avaliado um total de 120 pacientes com os critérios de inclusão e exclusão. Permaneceram, no estudo, 35 pacientes, que responderam a um questionário de autorrelato, para levantar características gerais, como sexo, idade, alergia, uso de medicamentos (anamnese geral); métodos de higiene bucal (frequência de escovação, uso de dentifrícios com flúor); trauma dental; irrupção do primeiro dente (histórico odontológico). Hábitos alimentares, hábitos nocivos e histórico médico também foram relatados e utilizados no estudo.

Depois de participarem de uma palestra de orientação para higiene bucal e dieta (doação de escova e creme dental), os pacientes passaram por consulta odontológica para a colocação do aparelho ortodôntico (marca Morelli, adesivo Transbond 3M). Foram submetidos a uma avaliação inicial da superfície do esmalte dental pelo método QLF e Evince, com retorno em 30 e 60 dias. A avaliação foi possível devido à colaboração técnico-científica entre as instituições envolvidas no

estudo, de forma padronizada em todos os pacientes, uma vez que os examinadores foram previamente treinados.

Medição QLF

Ambiente: Os pacientes participantes visitaram o Laboratório de Laser em Odontologia (LELO) – FOUSP. Utilizamos um consultório odontológico padronizado, o que permitiu preparar o ambiente com a iluminação apropriada (escurecimento), sem interferência da luz nos resultados obtidos. **Imagens:** Foram analisadas por um único clínico, treinado e calibrado há mais de três anos com o método, a fim de evitar erros intervaladores. O escore foi medido (Inspektor Research Systems BV, Amsterdam, Holanda), para avaliar a qualidade e quantidade do biofilme bucal aderido à superfície do esmalte dental. As medições foram feitas em superfície vestibular dos incisivos (dente a dente) e por arcada (maxila e mandíbula), ao redor dos bráquetes e sem fio ortodôntico, em um total de 8 superfícies de esmalte dental por paciente, totalizando 280 dentes avaliados.

Medição Evince:

Ambiente: A avaliação dos pacientes foi feita na clínica odontológica e de acordo com as orientações dadas pelo fabricante sobre o aparelho, cujo formato exclusivo da ponta dispensa uma sala escura, tornando mais simples seu uso na prática clínica. **Imagens:** As medições foram realizada separadamente, isto é, na superfície vestibular, próxima ao bráquete ortodôntico de cada dente incisivo superior e inferior. Para capturar as imagens, foi necessário acoplar, ao visor de observação do equipamento, um adaptador portátil de celular, junto com um calibrador de distância, sistema que permitiu estipular um padrão de imagem no estudo. A avaliação clínica foi realizada com os pacientes deitados na cadeira odontológica paralela ao solo, campo adequado de visualização dos dentes na boca. Outro fator importante para obter bom sinal de fluorescência é que a fonte de luz emitida pelo equipamento tenha intensidade suficiente para atingir a superfície do tecido a ser avaliado. Sendo assim, o sistema EVINCE foi ativado na intensidade máxima de emissão de luz, mantendo-se uma distância aproximada de 15 centímetros. As imagens foram salvas e analisadas pelo programa Image J, software de computador.

Método:

Como medida preventiva no controle do biofilme na superfície do esmalte, utilizamos o índice simplificado de higiene bucal de **Greene y Vermillion**, medido pela coloração da placa com solução reveladora, que classifica de acordo com a quantidade de terços envolvidos, conforme os critérios descrito:

0 = 3/3 ausência biofilme

1 = 1/3 presença biofilme

2 = 2/3 presença biofilme

3 = 3/3 comprometimento total da superfície

Resultado das análises:

0 – 1.2 = Good oral Hygiene.

1.3 – 3.0 = Fair Oral Hygiene

3.0 – 6.0 = Poor Oral Hygiene

Para determinar o estado gengival dos participantes, foi usado o índice de **Silness e Løe**. Os resultados da medição foram pontuado com 0 a 3 pontos e o valor médio medido de cada dente foi usado como valor representativo, conforme os critérios de classificação a seguir:

0 ponto = (sem inflamação) gengiva normal.

1 ponto = (gengivite leve) leve mudança de cor e não inchaço.

2 pontos = (gengivite moderada) acompanhada de vermelhidão, inchaço.

3 pontos = (gengivite severa) vermelhidão e inchaço distintos; sangramento gengival natural e ulceração.

EVINCE

As variáveis respostas Área da Lesão e Progressão da Lesão foram analisadas separadamente, já que fornecem informações distintas. A Área da Lesão, como o próprio nome define, fornece a área desmineralizada da estrutura dental com uma possível lesão cariiosa (mancha branca), identificada pelo equipamento EVINCE e medida em milímetros quadrados (mm²). A variável resposta Progressão da Lesão informa a variação (remineralização ou desmineralização), em milímetros

quadrados, da área de uma possível lesão cáriosa no decorrer dos períodos de 30 e 60 dias.

Os dados de cada variável resposta foram submetidos à análise de variância de medidas repetidas para modelos lineares generalizados mistos de dois fatores (mixed-model ANOVA). O teste estatístico foi aplicado para medidas repetidas nos dois fatores do estudo (Tipo de dente e Visita), uma vez que os valores medidos de qualquer uma das variáveis respostas eram originados de diversos pacientes que sofriam influência dos níveis desses fatores estudados. Para localização da possível diferença estatística entre os níveis de cada um, foi aplicado o teste *post-hoc* de Tukey. Para todas as análises realizadas nesse estudo, o nível de significância foi estabelecido em 5% ($\alpha=0,05$).

QLF

As variáveis respostas ΔF , ΔQ e Área foram analisadas separadamente, já que fornecem informação distinta. O ΔF dá a porcentagem de fluorescência da área definida em relação à estrutura dentária sadia adjacente. A “Área”, como o próprio nome diz, fornece a área definida para medição, em milímetros quadrados (mm^2), que normalmente apresenta a fluorescência reduzida. Já o ΔQ informa a relação existente entre ΔF e a Área ($\%.\text{mm}^2$).

Os dados de cada variável resposta (ΔF , ΔQ e Área) foram submetidos à análise de variância de medidas repetidas para modelos lineares generalizados mistos de dois fatores (mixed-model ANOVA) e teste *post-hoc* de Tukey. O teste estatístico foi aplicado para medidas repetidas nos dois fatores do estudo (Dente e Visita), uma vez que os valores medidos de qualquer uma das variáveis respostas eram originados de diversos pacientes que sofriam influência dos níveis desses fatores. Para todas as análises realizadas nesse estudo, o nível de significância foi estabelecido em 5% ($\alpha=0,05$).

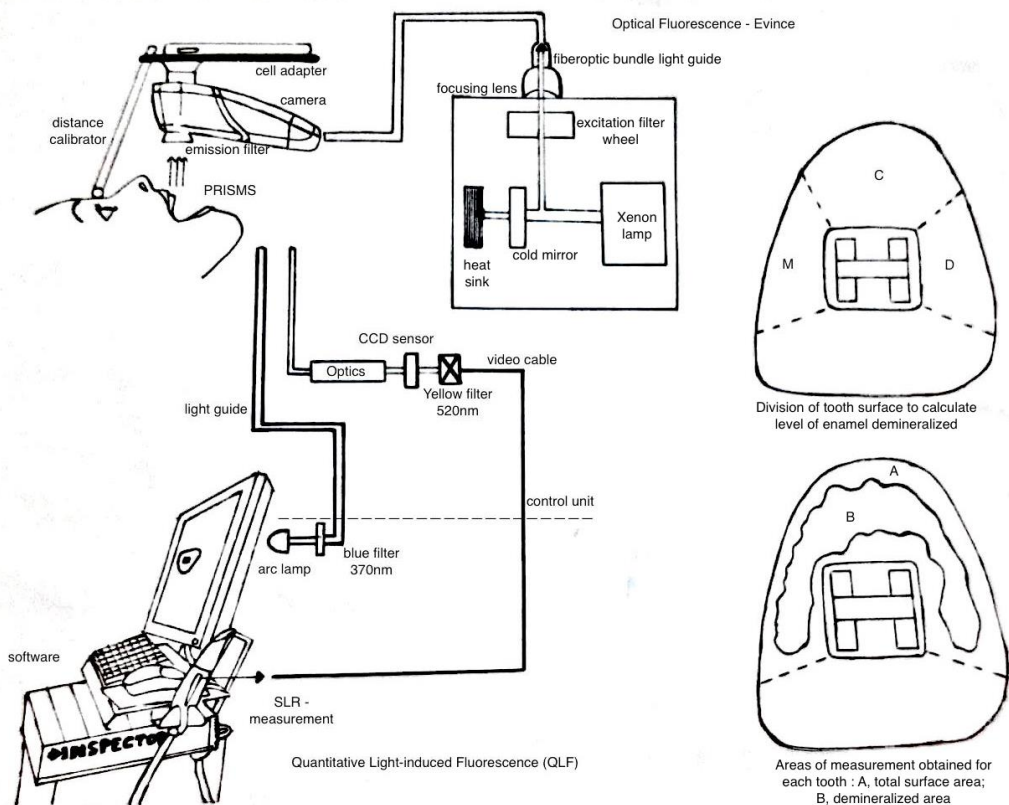


Figura 1 – Diagrama autoexplicativo do método de fluorescência Óptica Evinco e *Quantitative Light-induced Fluorescence* (QLF)

Fonte: Autoria própria

3 CONCLUSÃO GERAL

A causa maior de desmineralização do esmalte dental em pacientes que necessita de tratamento ortodôntico é o acúmulo prolongado do biofilme.

A dificuldade na higienização dental, ocorre mediante aos braquetes, fios, e acessórios instalados para corrigir a má oclusão.

A fluorescência é um método utilizado para diagnosticar e quantificar parâmetros como perda mineral, profundidade, extensão e severidade da lesão, com reprodutibilidade.

Dentre os métodos de fluorescência utilizados, o Evinco apresentou desempenho melhor na detecção do biofilme do que o QLF. Porém, não se torna confiável para quantificar a desmineralização na superfície do esmalte ao redor de bráquetes ortodônticos e, sim, um meio auxiliar no diagnóstico.

REFERENCIAS DA INTRODUÇÃO

- 1 Haghighi AHS, Mohamadi MZB, Nezhad ME. Evaluation of effect of different adhesives on demineralization around the metal brackets. *International Journal of Clinical Dentistry*. 2011; 26(4):2-4. doi: 10.15171/ijlms.2018.10
- 2 Oliveira CM, Sheiham A. Orthodontic treatment and its impact on oral health-related quality of life in Brazilian adolescents. *J Orthod*. 2004; 31(1):20–7. doi: 10.1179/146531204225011364
- 3 Hajrassiea MKA, Khier SE. In-vivo and in-vitro comparison of bond strengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007; 131(1):384-90. doi: 10.1016/j.ajodo.2005.06.025
- 4 Farhadian, N, Miresmaeili, A, Eslami, B, Mehrabid S. Effect of fluoride varnish on enamel demineralization around brackets: An in-vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133:95-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.11.028
- 5 Paschos E, Kleinschrodt T, Clementino-Luedemann T, Huth KC, Hickel R, Kunzelmann KH, et al. Effect of different bonding agents on prevention of enamel demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009; 135(2):603-12. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.11.028
- 6 Behnan SM, Arruda AO, González-Cabezas C, Sohn W, Peters MC. In-vitro evaluation of various treatments to prevent demineralization next to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(1):712-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2010.05.014
- 7 Buren JL, Stley RN, Wefel J, Qian F. Inhibition of enamel demineralization by na enamel sealant Pro Seal: Na in vitro study, *M J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008; 133:88-94. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.01.025
- 8 Tuncer C, Tuncer BB, Ulusoy C. Effect of fluoride-releasing light-cured resin on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2009; 135(1):14-6. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.09.016
- 9 Chapman JA, Robert WE, Eckert GJ, Kula KS, González-Cabeza C. Risk factors for incidence and severity of white spot lesions during treatment with fixed orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010; 138:188-94. doi: 10.1016/j.ajodo.2008.10.019
- 10 Beerens MW, Tem Cate JM, Buijs MJ, Van der Veen MH. Long-term remineralizing effect of MI Paste Plus on regression of early caries after orthodontic fixed appliance treatment: a 12-month follow-up randomized controlled Trial. *Eur J Orthod*. 2017; 40(5):457-64. doi: 10.1093/ejo/cjx085

- 11 Lee ES, Kang SM, Ko HY, Kwon HK, Kim BI. Association between the cariogenicity of a dental microcosm biofilm and its red fluorescence detected by Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital (QLF-D). *J Dent*. 2013; 41(12):1264-70. doi: 10.1016/j.jdent.2013.08.021
- 12 Ren Y, Jongsman MA, Mei L, Van der Mei HC, Busscher HJ. Orthodontic treatment with fixed appliances and biofilm formation: a potential public health threat?. *Clin Oral Invest*. 2014;18(7):1711–8. doi: 10.1007/s00784-014-1240-3
- 13 Lee JB, Choi DH, Mah WJ, Pang EK. Validity assessment of quantitative light-induced fluorescence-digital (QLF-D) for the dental plaque scoring system: a cross-sectional study. *BMC Oral Health*. 2018; 18(1):187. doi: 10.1186/s12903-018-0654-8
- 14 Volgenant CMC, Fernandez Y, Mostajo M, Rosema NAM, Van der Weijden FA, Tem Cate JM, et al. Comparison of red autofluorescing plaque and disclosed plaque- a cross-sectional study. *Clin Oral Investig*. 2016; 20(9):2551-2. doi: 10.1007/s00784-016-1761-z
- 15 Akin M, Tezcan M, Ileri Z, Ayhan F. Incidence of white spot lesions among patients treated with self- and conventional ligation systems. *Clin Oral Investig*. 2014; 19(6):1501-6. doi: 10.1007/s00784-014-1382-3
- 16 Oliveira GM, Ritter AV, Heymann HO, JR EJ SWIFT, Donovan T, Brock G, Wright T. Remineralization effect of CPP-ACP and fluoride for white spot lesions in vitro. *J Dent*. 2014; 42(12):1592-602. doi: 10.1016/j.jdent.2014.09.004
- 17 Lapenaite E, Lopatiene K, Ragauskaitė A. Prevention and treatment of white spot lesions during and after fixed orthodontic treatment: A systematic literature review. *J Oral Maxillofac Res*. 2016; 18(1):3-8. doi: 10.5037/jomr.2016.7201
- 18 Ellwood RP, Gomez J, Pretty IA. Caries clinical trial methods for the assessment of oral care products in the 21st century. *Adv Dent Res*. 2012; 24(2):32-5. doi: 10.1177/0022034512449464
- 19 Kim YS, Lee ES, Kwon HK, Kim BL. Monitoring the maturation process of a dental microcosm biofilm using the Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital (QLF-D). *JDent*. 2014; 42(6):691-6. doi: 10.1016/j.jdent.2014.03.006
- 20 Sadeq A, Risk JM, Pender N, Higman SM, Valappil SP. Evaluation of the co-existence of the red fluorescent plaque bacteria *P. gingivalis* with *S. gordonii* and *S. mutans* in white spot lesion formation during orthodontic treatment. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*. 2015; 12(2):232-7. doi: 10.1016/j.pdpdt.2015.03.001
- 21 Miller CC, Burnside G, Higham SM, Flannigan NL. Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital as an oral hygiene evaluation tool to assess plaque accumulation and enamel demineralization in orthodontics. *Angle Orthod*. 2016; 86(6):991-7. doi: 10.2319/092415-648.1

- 22 Volgenant CM, Zaura E, Brandt BW, Buijs MJ, Tellez M, Malik G, et al. Red fluorescence of dental plaque in children -A cross-sectional study. *J Dent.* 2017; 58:40-7. doi: 10.1016/j.jdent.2017.01.007
- 23 Linton JL. Quantitative measurements of remineralization of incipient caries. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996; 110(6):590-7. doi: 10.1016/s0889-5406(96)80034-5
- 24 Han SY, Kim BR, Ko HY, Kwon HK, Kim BL. Validity and reliability of autofluorescence-based quantification method of dental plaque. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy.* 2015; 12(4):587–1. doi: 10.1016/j.pdpdt.2015.10.003
- 25 Pretty IA, Edgar WM, Higham SM. Detection of in vitro demineralization of primary teeth using quantitative light-induced fluorescence (QLF). *International Journal of Paediatric Dentistry.* 2002; 12(3):158-67. doi: 10.1046/j.1365-263x.2002.00357.x
- 26 Kim YS, Kang SM, Lee ES, Lee JH, Kim BR, Kim BL. Ecological changes in oral microcosm biofilm during maturation. *J Biomed Opt.* 2016; 21(10):101409. doi: 10.1117/1.JBO.21.10.101409
- 27 Simonato LE, Tomo S, Miyahara GI, Navarro RS, Villaverde AGJB. Fluorescence visualization efficacy for detecting oral lesions more prone to be dysplastic and potentially malignant disorders: a pilot study. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy.* 2016; 17:1-4. doi: 10.1016/j.pdpdt.2018.06.018
- 28 Gomes-Clavel JF, Chimalpopoca DA, Merced AP. Changes in Demineralized Enamel around Brackets Detected by Laser Fluorescence Following Fluoride Treatment. *Dentistry.* 2015; 5(5):4-1000290
- 29 Abufarwa M, Noureldin A, Campbell PM, Buschang. Reliability and validity of FluoreCam for white-spot lesion detection: An in vitro study. *J Investig Clin Dent.* 2017; 9(1):12277. doi: 10.1111/jicd.12277
- 30 Soares RB, Costa DH, Miyakawa W, Delgado MGT, Garcez AS, Yoshimura TM, et al. Photodynamic Activity on Biofilm in Endotracheal Tubes of Patients Admitted to an Intensive Care Unit. *Photochem Photob.* 2020; 96(3):618-24. doi: 10.1111/php.13239
- 31 Volgenant CMC, Hoogenkamp MA, Buijs MJ, Zaura E, Ten Cate JM, Van der Veen MH. Red fluorescent biofilm: the thick, the old, and the cariogenic. *J Oral Microbiol.* 2016; 7(8):30346. doi: 10.3402/jom.v8.30346
- 32 Alammari MR, Smith PW, de Joselin de Jong E, Higham SM. Quantitative light-induced fluorescence (QLF): a tool for early occlusal dental caries detection and supporting decision making in vivo. *J Dent.* 2013; 41(2):127-32. doi: 10.1016/j.jdent.2012.08.013

- 33 Gomez J, Pretty IA, Santarpia 3rp, Cantore B, Rege A, Petrou I, et al. Quantitative light-induced fluorescence to measure enamel remineralization in vitro. *Caries Res.* 2014; 48(3):223-7. doi: 10.1159/000354655
- 34 Klaus K, Glanz T, Glanz AG, Ganss C, Ruf S. Comparison of Quantitative light-induced fluorescence-digital (QLF-D) images and images of disclosed plaque for planimetric quantification of dental plaque in multibracket appliance patients. *Sci Rep.* 2020; 10(1):4478.
- 35 Han SW, Kim BR, Ko HY, Kwon HK, Kim BL. Assessing the use of Quantitative Light-induced Fluorescence-Digital as a clinical plaque assessment. *Photodyn Ther.* 2016; 13:34-9. doi: 10.1016/j.pdpdt.2015.12.002
- 36 Ferraz NKL, Tataounoff J, Nogueira LC, Ramos-Jorge J, Ramos- Jorge ML, Pinheiro ML. Mechanical control of biofilm in children with cerebral palsy: a randomized clinical Trial. *Int J Paediatr Dent.* 2014; 25(3):213-20. doi: 10.1111/ipd.12132
- 37 Betz CS, Mehlmann M, Rick K, Stepp H, Grevers G, Baumgartner R, et al. Autofluorescence imaging and spectroscopy of normal and malignant mucosa in patients with head and neck cancer. *Lasers Surg Med.* 1999; 25(4):323-34. doi: 10.1002/(sici)1096-9101(1999)25:4<323::aid-lsm7>3.0.co;2-p
- 38 Taylor AM, Ellwood RP, Pretty IA, Mohan N. Quantitative stain detection in vivo using fluorescent imaging. *J Dent.* 2009; 37(5):397-405. doi: 10.1016/j.jdent.2009.01.012
- 39 Gomez J, Tellez M, Pretty IA, Ellwood RP, Ismail IA. Non-cavitated carious lesions detection methods: a systematic review. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2013; 41(1):54–66. doi: 10.1111/cdoe.12021