

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Filipe do Carmo Bonfante

**USO DA LUPA AUTOFLUORESCENTE (REVEAL) PARA
AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE BIOFILME,
DESMINERALIZAÇÃO E CÁRIE AO REDOR DE BRAQUETES
ORTODÔNTICOS**

Passo Fundo

2024

Filipe do Carmo Bonfante

**USO DA LUPA AUTOFLUORESCENTE (REVEAL) PARA
AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE BIOFILME,
DESMINERALIZAÇÃO E CÁRIE AO REDOR DE BRAQUETES
ORTODÔNTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da UPF, para obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de Concentração em Clínica Odontológica, sob orientação do prof. Dr. Matheus Albino Souza.

Passo Fundo

2024

PPGOdonto

Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Faculdade de Odontologia - FO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.
"Uso da lupa autofluorescente (reveal) para avaliação da presença
de biofilme, desmineralização e cárie ao redor de braquetes
ortodônticos".

Elaborada por

Filipe Bonfante

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia
– Área de Concentração em Clínica Odontológica

Aprovado em 04/04/2024, pela Comissão Examinadora:



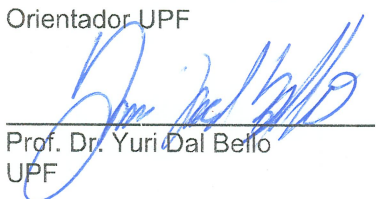
Prof. Dr. Matheus Albin Souza

Orientador UPF

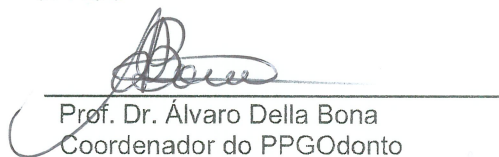


Prof. Dr. José Antônio Poli de Figueiredo

UFRGS



Prof. Dr. Yuri Dal Bello
UPF



Prof. Dr. Álvaro Della Bona
Coordenador do PPGOdonto

CIP – Catalogação na Publicação

B713u Bonfante, Filipe do Carmo
Uso da lupa autofluorescente (ReVeal) para avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie ao redor de braquetes ortodônticos [recurso eletrônico] / Filipe do Carmo Bonfante. – 2024.
1.780 KB ; PDF.

Orientador: Prof. Dr. Matheus Albino Souza.
Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade de Passo Fundo, 2024.

1. Biofilme. 2. Braquetes ortodônticos. 3. Cáries dentárias.
4. Desmineralização do dente. I. Souza, Matheus Albino, orientador. II. Título.

CDU: 616.314-089.23

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nascido em 08 de março de 1993 na cidade de Passo Fundo/RS, Filipe do Carmo Bonfante é o segundo filho de Miguel Arcangelo Bonfante e Vera Lucia do Carmo Bonfante. Sua trajetória acadêmica teve início no ano de 2010, quando ingressou no curso de Odontologia na Universidade de Passo Fundo.

Especializou-se em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, e Ortodontia pela Faculdade Especializada na Área da Saúde do Rio Grande do Sul, além de participar de um curso de atualização na área de Ortodontia Preventiva.

Trabalhou na saúde pública e privada. Atualmente trabalha como ortodontista em consultório próprio, além de outras clínicas na cidade de Passo Fundo e região.

Sabe que a construção do saber acadêmico é grande, mas pretende estar em constante aprendizado, dedicando-se com empenho à nobre escolha de ser professor.

AGRADECIMENTOS

A minha família, meus pais Vera e Miguel, meu irmão Lucas e minha namorada Sabrina. Cada conquista só faz sentido por que tenho vocês.

Uma vez dentro na Universidade, todos os professores que passaram pelo meu caminho e despertaram em mim a vontade de seguir uma carreira docente, bem como aqueles que viram em mim um potencial para tal função. Muito Obrigado

Gostaria expressar minha sincera gratidão à Designs for Vision, ao Sr. John Walsh e ao Sr. Liviu Steier por disponibilizarem o dispositivo fundamental para a realização desta pesquisa. Agradeço ao Prof. Figueiredo pelo valioso auxílio no desenvolvimento do projeto, ao Prof. Yuri pela amizade e aceitar ser avaliador deste trabalho, ao Prof. Gabriel Só pela colaboração no aprimoramento das imagens, e, especialmente, ao meu orientador Prof. Matheus Albino Souza, pela orientação incansável e direcionamentos essenciais ao longo desta jornada de pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico- CNPq/Brasil. Agradeço esta instituição pelo apoio financeiro e, principalmente, pelo interesse no estudo.

Agradeço a todos os componentes da banca por aceitarem contribuir com essa pesquisa e engrandecer minha formação.

Por fim, agradeço imensamente a Deus por guiar sempre meu caminho, por me fortalecer nos dias difíceis e me manter no caminho do bem e da ética.

SUMÁRIO

BIOGRAFIA DO AUTOR	6
AGRADECIMENTOS	7
SUMÁRIO	9
LISTA DE TABELAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS	11
1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
3. PROPOSIÇÃO	49
4. MATERIAIS E MÉTODOS	50
5. RESULTADOS	59
7. CONCLUSÕES	76
CONSIDERAÇÕES FINAIS	77
REFERÊNCIAS	78
APÊNDICES	90
ARTIGO SUBMETIDO	104

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grupo controle.....	60
Tabela 2: Grupo experimental.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS

AC – Alinhadores Transparentes

AF – Aparelho Fixo

EPI – Equipamento de Proteção Individual

UFC - Unidade formadora de colônias

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

QLF - Método da fluorescência quantitativa

ICDAS - Sistema Internacional de detecção e avaliação de cárie

WSL – Lesões de mancha branca

PTC – Raspagem e limpeza dentária

RESUMO

O estudo teve como objetivo avaliar a presença de biofilme, desmineralização e cárie ao redor de braquetes ortodônticos, por meio do uso de uma lupa com autofluorescência (ReVeal). Sessenta pacientes foram selecionados para o presente estudo. Trinta pacientes não submetidos ao tratamento ortodôntico foram selecionados como forma de um grupo controle. E, da mesma forma, trinta pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico com aparelho fixo, foram selecionados como forma de um grupo experimental. Para realização deste estudo foram atribuídos alguns critérios de inclusão e exclusão. Dois avaliadores previamente calibrados empregaram dois métodos distintos de avaliação: métodos visuais e o ReVeal, baseado na autofluorescência. No grupo controle, foram designados escores numéricos para cada dente conforme a presença de biofilme, desmineralização e cárie. No grupo experimental, os mesmos critérios foram aplicados, porém concentrou-se ao redor dos braquetes ortodônticos, utilizando a avaliação visual e ReVeal. Os resultados indicam que o ReVeal apresentou maior eficiência na detecção de biofilme em comparação ao método visual, com uma diferença estatística significativa. Contudo, não houve diferença estatística entre o ReVeal e o método visual na detecção de desmineralização e cárie deste

grupo. Para os pacientes com tratamento ortodôntico, o ReVeal também se mostrou mais eficiente na detecção de biofilme e desmineralização em comparação ao método visual. No entanto, na detecção de cárie não houve diferença estatística neste grupo. Foi possível concluir que o dispositivo ReVeal pode ser considerado um método mais efetivo para avaliar a presença de biofilme e desmineralização ao redor de braquetes ortodônticos, quando comparado ao método visual, em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. Nos casos em que a presença de cárie foi avaliada, foi possível concluir que não houve diferença entre o método visual e o dispositivo ReVeal, em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico.

Palavras-chave: Autofluorescência, Bioluminescência, Biofilme, Cárie, Desmineralização, ReVeal

ABSTRACT¹

The study aimed to evaluate the presence of biofilm, demineralization and caries around orthodontic brackets, through the use of a new ultraviolet light-emitting device. Sixty patients were selected for the present study. Thirty patients who had not undergone orthodontic treatment were selected as a control group. And, in the same way, thirty patients undergoing orthodontic treatment with fixed appliances, in the Orthodontics department of the Rhoden Institute (Passo Fundo, RS, Brazil), were selected as an experimental group. To carry out this study, some inclusion and exclusion criteria were assigned. Two previously calibrated evaluators used two different evaluation methods: visual methods and Reveal, based on fluorescence induced by ultraviolet light. In the control group, numerical scores were assigned to each tooth according to the presence of biofilm, demineralization and caries. In the experimental group, the same criteria were applied, but focused around the orthodontic brackets, using visual assessment and Reveal. Statistical comparison was performed by the Wilcoxon Signed Ranks Test, using

the GraphPad Prism 6 software, comparing the visual and Reveal device methods, based on the establishment of a mean and standard deviation of the numerical score for both methods ($\alpha=0.05$). The results indicate that Reveal showed greater efficiency in biofilm detection compared to the visual method, with a statistically significant difference. However, there was no statistical difference between Reveal and the visual method in detecting demineralization and caries in this group. For patients undergoing orthodontic treatment, Reveal was also more efficient in detecting biofilm and demineralization compared to the visual method. However, in the detection of caries there was no statistical difference in this group. It was possible to conclude that the Reveal device can be considered a more effective method for evaluating the presence of biofilm and demineralization around orthodontic brackets, when compared to the visual method, in patients undergoing orthodontic treatment. In cases where the presence of caries was assessed, it was possible to conclude that there was no difference between the visual method and the Reveal device in patients undergoing orthodontic treatment.

Keywords: Biofilm, caries, demineralization, diagnosis, ultra violet light, Reveal

1. INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico envolve o movimento dos dentes e dos ossos maxilares para alinhá-los e realizar harmonia entre eles. A média da duração do tratamento varia de 1 a 3 anos, dependendo da gravidade do caso. O tratamento é realizado com o auxílio de braquetes e fios que auxiliam no reposicionamento dos dentes dentro da cavidade oral (KAMRAM et al., 2021). A colagem do aparelho ortodôntico é um dos principais fatores de risco para a má saúde bucal devido à dificuldade em eliminar biofilmes orais completos por meio da escovação, um dos riscos mais comuns envolve danos periodontais causados pela formação do biofilme (BOLLEN et al., 2014).

A avaliação do padrão de higiene bucal de um paciente em cada consulta faz parte da avaliação clínica de rotina, e o reforço da higiene deve ser dado conforme necessário. A avaliação visual direta é o método mais utilizado para avaliar a placa. Além da avaliação da higienização, outro problema do tratamento ortodôntico é a desmineralização, que é geralmente avaliada pela visão direta, porém, deve ser observada o quanto antes para não evoluir para uma mancha branca visível (MILLERA et al., 2016).

Com a má higiene e conseqüentemente aumento de acúmulo de placa ao redor dos braquetes, pode aumentar o desenvolvimento de desmineralização adjacente. Sem uma intervenção preventiva, as lesões podem progredir para cárie de dentina. A detecção precoce de desmineralização adjacente aos braquetes é bastante difícil. Embora a avaliação visual seja um método de detecção de lesões iniciais, muitas vezes é subjetivo. Além disso, as medidas de remineralização só podem ser usadas de forma eficaz se a desmineralização for detectada inicialmente (SUNDARAJ et al., 2015) (KAAIJ et al., 2018).

A avaliação visual direta é o método mais utilizado para diagnosticar e quantificar a presença da placa bacteriana (MILLERA et al., 2016). Da mesma maneira, a desmineralização e presença de cárie são, normalmente, avaliadas pela visão direta, podendo ser criticada porque uma perda mineral considerável pode ser observada antes que uma mancha branca se torne visível (PRETTY et al., 2005). Para melhorar o diagnóstico de acúmulo de biofilme dental e desmineralização, estudos *in vitro* (PRETTY et al., 2005) (BENSON et al., 2003) (BENSON et al., 2003) e estudos *in vivo* (VEEN et al., 2007 e MAAITAH et al., 2011) demonstraram que o uso de luzes fluorescente e ultravioleta é uma técnica

apropriada para avaliar o acúmulo de placa, bem como a observação longitudinal da desmineralização.

Recentemente, um dispositivo denominado ReVeal (Designs for Vision, Bohemian, NY, Estados Unidos), foi desenvolvido no intuito de aliar a magnificação do campo operatório e a emissão de fluorescência induzida por luz ultravioleta, trazendo inúmeros benefícios ao diagnóstico e tratamento na odontologia (STEIER et al., 2022). No entanto, são escassos os estudos na literatura referenciando o uso deste dispositivo na avaliação da presença de biofilme ao redor de braquetes, na desmineralização e na avaliação de cárie incipiente, tornando justificável a realização do presente estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Kumar et al., 2021 avaliaram sessenta e quatro pacientes maiores de 12 anos submetidos à ortodontia fixa pós remoção de aparelho convencional. A presença de lesões de carie foi avaliada no início do estudo e após 6 semanas, 6 meses e 2 anos. As imagens QLF (Método da fluorescência quantitativa) foram tiradas com câmera de fluorescência intraoral. As imagens QLF foram examinadas visualmente em busca de sinais de desmineralização, e sistema de pontuação foi usado. Verifica-se que houve perda de fluorescência ao longo de um período de tempo. Eles descobriram que manchas brancas durante o tratamento ortodôntico fixo e após a remoção dos braquetes é um fenômeno comum. Embora houvesse melhora no desaparecimento dessas lesões, a remoção completa não pode ser dada como segura.

Veen e Bokhouta em 2005 estudaram a prevalência e gravidade de lesões de WSL (lesões de mancha branca) em pacientes após o tratamento ortodôntico com aparelho fixo, utilizando QLF em comparação com a visualização convencional, também investigaram o efeito dos fatores de risco de cárie, como higiene bucal, status, sexo e duração do tratamento sobre a prevalência de cárie dentária inicial no

momento da remoção do aparelho ortodôntico fixo. Na Holanda, foram selecionados 62 pacientes acima dos 12 anos de idade com higiene bucal adequada, distribuídos uniformemente de baixo, médio e alto nível socioeconômico. Foram realizadas imagens QLF da superfície vestibular de todos os dentes, exceto segundos e terceiros molares imediatamente após a remoção do aparelho e repetidos na próxima visita. As imagens QLF foram julgadas visualmente quanto a sinais de descalcificação que aparecem como áreas escuras cercadas por fluorescência verde brilhante tecido dentário sadio, todas as imagens foram avaliadas por software. Concluíram que a detecção de cárie com QLF pareceu confiável e consistente ao longo do tempo, a quantificação da gravidade da lesão determinando a perda de fluorescência e a área da lesão é um grande benefício em comparação com os dados qualitativos e subjetivos obtidos pelo exame visual convencional.

Albhaisi et al., 2020 realizaram um ensaio clínico randomizado para investigar a relação entre o tratamento com alinhadores transparentes (AC) e o desenvolvimento de lesões de mancha branca e compará-la com o tratamento com aparelho fixo tradicional (AF). O estudo foi realizado em 49 pacientes com múltiplos critérios de elegibilidade. O principal resultado foi a quantidade média de perda de fluorescência. Eles

encontraram nos resultados que o tratamento ortodôntico com alinhadores e aparelho fixo causaram desmineralização do esmalte. O grupo de alinhadores desenvolveu lesões de mancha branca maiores, porém mais rasas, enquanto o grupo com aparelho fixo desenvolveu mais lesões novas com maior gravidade, mas com área menor e os pacientes do grupo de aparelho fixo obtiveram maior acúmulo de placa.

Garceza et al., 2020 correlacionaram e quantificaram através de imagens de fluorescência a presença de biofilme e *Porphyromonas gingivalis* ao redor do mini-implante ortodôntico. Foram avaliados 40 parafusos utilizados para tratamento ortodôntico coletados dos pacientes e divididos em 2 grupos: mini-implantes ortodônticos saudáveis e inflamados. Para as amostras serem consideradas inflamadas deveriam apresentar algumas características, dentre elas, perda de estabilidade, mucosite, aspecto avermelhado da gengiva ou sangramento ao redor do mini-implante. As imagens fluorescentes foram analisadas com um software para quantificar a intensidade e área fluorescente e amostras microbiológicas foram submetidas à contagem de UFC (Unidade formadora de colônias) para contaminação total e ensaio q-PCR para quantificar *Porphyromonas gingivalis*. Os resultados obtidos mostraram uma boa relação entre contagem de bactérias e intensidade de

fluorescência e PCR/área fluorescente. Os mini-implantes saudáveis apresentaram menor intensidade de fluorescência e menor contagem de bactérias quando comparados aos mini-implantes inflamados, então, foi concluído que a quantificação do biofilme retido pelo mini-implante por imagens de autofluorescência é um método simples e confiável com grande potencial de uso clínico para monitorar a inflamação ao redor do parafuso para evitar o risco de perda do mesmo.

Kamran et al., 2021 realizaram um estudo de laboratório para investigar a quantidade de destruição bacteriana através da terapia fotodinâmica mediada por riboflavina (PDT) em torno de braquetes ortodônticos fixos usando as duas cepas de bactérias *Streptococcus mutans* e *Streptococcus sanguinis*. Foram utilizados 80 braquetes metálicos esterilizados com n=20. Após 48 h de incubação, todos os braquetes metálicos com biofilmes aderidos foram transferidos assepticamente para a placa de 48 poços e lavados duas vezes com solução salina e cada grupo realizou um tratamento diferente. Grupo-I: riboflavina + irradiação com LED; Grupo-II: riboflavina isolada; Grupo-III: imersão em solução de gluconato de clorexidina a 0,2% e Grupo-IV: não submetido a nenhum tratamento. Esta pesquisa laboratorial mostrou que a terapia fotodinâmica mediada por riboflavina reduziu significativamente

as quantidades de *S. mutans* e *S. sanguinis* ao redor dos braquetes ortodônticos.

Millera et al., 2016 realizaram um ensaio clínico randomizado e avaliariam o uso da fluorescência digital induzida por luz quantitativa como ferramenta de avaliação da higiene bucal durante o tratamento ortodôntico, trinta e três pacientes foram submetidos a tratamento com aparelho ortodôntico fixo, eles foram alocados aleatoriamente para receber reforço de higiene oral em quatro consultas consecutivas usando imagens de luz branca ou QLF. A higiene bucal foi registrada avaliando as imagens QLF para desmineralização, por perda de fluorescência e cobertura de placa. Não houve diferenças significativas na desmineralização ou acúmulo de placa, porém ocorreu uma redução significativa nos níveis de placa bacteriana. Eles concluíram que o QLF pode ser usado para detectar e monitorar a desmineralização e a placa durante a ortodontia. O reforço da higiene oral em consultas consecutivas usando imagens WL ou QLF como auxílios visuais é eficaz na redução da cobertura de placa.

Momeni et al., 2021 confeccionaram um estudo *in vitro* para verificar a capacidade da tecnologia de bioluminescência em avaliar o esmalte artificialmente desmineralizado ao lado dos braquetes

ortodônticos. O Estudo foi realizado com um total de 108 amostras de esmalte humano, foram alocadas aleatoriamente em grupos com diferentes materiais de braquetes ortodônticos: aço inoxidável, titânio, cerâmica. As lesões iniciais foram criadas adjacentes aos braquetes. As amostras foram avaliadas por bioluminescência antes e depois a desmineralização. Posteriormente a desmineralização, manchas de bioluminescência foram visíveis em 87% das amostras. A análise de pixels das manchas de bioluminescência mostrou valores de pixels significativamente maiores após a desmineralização em comparação com a linha de base. O material que o braquete foi confeccionado não teve influência nas medidas de bioluminescência, eles chegaram à conclusão que a tecnologia de bioluminescência é uma ferramenta próspera para demonstrar a desmineralização adjacente a diferentes braquetes ortodônticos in vitro.

Kaaij et al., 2018 produziram um estudo com QLF para verificar se era capaz de observar desmineralizações adjacentes a braquetes ortodônticos. Foram utilizados dentes extraídos e colados braquetes em 54 incisivos e 31 caninos. As desmineralizações foram geradas in vitro diretamente na região cervical do braquete. As imagens foram capturadas usando uma câmera QLF. A presença da peça colada resultou em perda

de fluorescência significativamente maior, porém com área de lesão menor em comparação ao controle. Uma perda de fluorescência significativamente maior foi observada para rotações para lingual em relação à rotação 0° vestibulo-lingual e 0° mesiodistal, enquanto o efeito foi menos explícito para vestibular. Eles concluíram que a perda de fluorescência e o tamanho da lesão são diretamente influenciados pelo ângulo de rotação sob o qual a desmineralização é fotografada. A magnitude total das desmineralizações só é aparente após a descolagem do braquete, quando fotografada em rotações de 0° mesiodistal e até 20° vestibular. Precauções devem ser levadas em consideração na avaliação de desmineralizações de pacientes em tratamento com aparelhos fixos ao usar imagens.

Beerens et al., 2014 confeccionaram um estudo retrospectivo para comparar à imagem de QLF no monitoramento do desenvolvimento de lesões de mancha branca ativa após a descolagem dos braquetes ortodônticos. Utilizaram fotografias orais e QLF capturadas diretamente após a descolagem (T1) e 1 ano depois (T2) de 51 pacientes tratados com aparelhos ortodônticos completos. As fotografias intraorais foram avaliadas por meio do Sistema Internacional de Detecção e Avaliação de Cárie (ICDAS) em ambos os momentos de forma independente e por

comparação lado a lado para avaliar a transição visual. Os resultados mostraram que as fotografias orais e QLF mostraram regressão da mancha branca ativa após a descolagem dos aparelhos ortodônticos. A avaliação da transição visual apresentou maior poder discriminatório em comparação ao ICDAS.

Bollen et al., 2014 realizaram uma revisão sistemática para comparar o tratamento ortodôntico contemporâneo sem intervenção, por meio de avaliar os resultados periodontais medidos após a finalização do tratamento. Os autores fizeram buscas eletrônicas em oito bases de dados e buscas manuais em seis revistas odontológicas. Evidências fracas de um estudo randomizado e 11 estudos não randomizados sugeriram que a terapia ortodôntica estava associada a 0,03 milímetros de recessão gengival, 0,13 mm de perda óssea alveolar e 0,23 mm de aumento da profundidade da bolsa, quando comparado com nenhum tratamento. Eles concluíram que a ausência de dados confiáveis evidências que descrevem os efeitos positivos do tratamento ortodôntico na saúde periodontal. As evidências existentes demonstram que a terapia ortodôntica resulta em pequenos efeitos prejudiciais ao periodonto.

Sundaraj et al., 2015 confeccionaram uma meta-análise para avaliar, determinar e resumir as taxas de incidência e prevalência de WSLs

durante o tratamento ortodôntico que foram publicados na literatura. De acordo com critérios predeterminados, as bases de dados foram pesquisadas para estudos apropriado. Eles avaliaram 14 estudos para WSLs, a incidência de novos lesões de cárie formadas durante o tratamento ortodôntico em pacientes foi de 45,8% e a prevalência de lesões em pacientes em tratamento ortodôntico foi de 68,4%. Concluíram que as taxas de incidência e prevalência de WSLs em pacientes submetidos a tratamento ortodôntico são bastante elevados e significativos. Este problema generalizado de desenvolvimento WSL é um desafio extremamente grande e merece atenção significativa de pacientes e profissionais, o que deve resultar em grande maior ênfase na prevenção eficaz da cárie.

Pretty et al., 2005 tiveram como objetivo revisar os métodos tradicionais e novos de quantificação de placa empregados na odontologia, incluindo uma discussão de seus méritos e apresentar um novo método de quantificação de placa usando fluorescência induzida por luz. Foram realizadas imagens quantitativas de fluorescência de luz (QLF), foram adquiridas da boca de um paciente que se absteve de higiene bucal com e sem a revelação tradicional da placa. O uso de uma técnica fluorescente demonstrou boa confiabilidade. Concluíram que o uso de

técnicas de quantificação pode aumentar o poder dos estudos de biofilme, reduzindo gradativamente o número de sujeitos e o tempo necessário para separar terapias ou produtos. Os métodos fluorescentes de quantificação têm potencial, pois demonstram ter uma diferença clara das superfícies dentárias cobertas e não cobertas por placa.

Benson et al., 2003 compararam a repetibilidade da medição da desmineralização do esmalte ao redor de um braquete ortodôntico com 2 técnicas: análise de imagem computadorizada de lâminas fotográficas convertidas digitalmente e fluorescência induzida por luz quantitativa (QLF). Quinze molares foram seccionados ao meio e modelados para se parecerem com incisivos. Os dentes foram numerados individualmente e os braquetes colados por vestibular. Foram tiradas lâminas fotográficas padronizadas e imagens QLF dos dentes. Foram repetidos após 1 semana. As imagens QLF foram armazenadas, processadas e analisadas usando um software personalizado. As quatro superfícies do braquete foram avaliadas e apenas as áreas de suspeita de desmineralização foram analisadas. Isso se repetiu após 1 semana. Os limites de concordância e diferença média entre as leituras repetidas da área de desmineralização foram parecidas para ambas as técnicas. Nessa primeira parte do trabalho, eles concluíram

que a desmineralização do esmalte ao redor de um braquete ortodôntico pode ser medida de forma reprodutível usando essas duas técnicas.

Benson et al., 2003 realizaram a segunda parte de um estudo para investigar a validação de cada técnica apresentada na parte 1. Trinta molares seccionados ao meio, moldados para se parecerem com incisivos com um braquete colado foram utilizados. Uma pequena área de cada uma das quatro bordas do braquete foi exposta a um gel desmineralizante por 0, 3, 7 ou 14 dias. Imagens dos dentes foram tiradas e avaliadas usando as duas técnicas. Um resultado negativo validou que não havia desmineralização presente na maioria dos casos. Um resultado positivo foi menos confiável principalmente para as regiões oclusal e gengival. 7 e 14 dias padrões de desmineralização foram detectados todas as vezes usando a técnica fotográfica. Com isso, concluíram que qualquer uma das técnicas seria aplicável para uso em um ensaio clínico.

Veen et al., 2007 realizaram um trabalho com objetivo de usar a fluorescência induzida por luz quantitativa para estudar o comportamento das lesões de manchas brancas que se desenvolveram em pacientes com aparelho ortodôntico fixo após a sua remoção. 58 pacientes com pelo menos 12 anos de idade e que haviam sido tratados com aparelho fixo por pelo menos 1 ano. Foram examinados com fluorescência induzida por luz

quantitativa para a presença e extensão de cárie nas superfícies vestibulares de seus dentes diretamente após a descolagem, 6 semanas e 6 meses depois. Concluíram que as lesões que se desenvolveram durante o tratamento ortodôntico melhoraram uma vez que os aparelhos fixos foram removidos, a regressão geral foi pequena.

Maaithah et al., 2011 realizaram um estudo randomizado e determinaram preditores para a presença e grau de desmineralização durante o tratamento ortodôntico. Duzentos e trinta pacientes foram avaliados quanto à desmineralização na remoção dos braquetes usando fluorescência induzida por luz quantitativa para determinar sua elegibilidade para um estudo controlado randomizado avaliando a eficácia de vários cremes dentais na redução da desmineralização durante a retenção. Os dados sobre a presença e gravidade das lesões de mancha branca (WSLs) foram obtidos da base de dados do estudo. Análises univariadas e regressão múltipla foram realizadas para avaliar as associações entre os fatores e a presença e gravidade de mancha branca. Os resultados obtidos foram que sessenta e cinco pacientes (28,3%) não apresentaram mancha branca e 165 (71,7%) tiveram de 1 a 12. A média de mancha branca por paciente com desmineralização foi de 2,9 (IC 95%, 2,5 e 3,3). Pacientes com mancha branca eram mais jovens e mais propensos a ter

primeiros molares danificados. Os participantes com higiene oral inadequada pré-tratamento desenvolveram mais mancha branca. O sexo e masculino e participantes com primeiros molares danificados tiveram desmineralização significativamente maior, então foi concluído que as variáveis: sexo, idade pré-tratamento, higiene bucal e estado clínico dos primeiros molares podem ser usados como preditores para o desenvolvimento e gravidade de mancha branca durante o tratamento ortodôntico.

Liliana Matlagliati e Luciana Andrade do Prado Montes em 2007 realizaram um artigo tendo como objetivo conhecer os principais fatores que motivam os pacientes adultos a buscarem o tratamento ortodôntico. Compuseram a amostra deste estudo 70 pacientes adultos (44 mulheres e 26 homens) onde preencheram questionários contendo uma lista de condições onde eles pudessem identificar suas queixas e motivações para o tratamento. O fator que exerceu maior influência na motivação desses pacientes foi o posicionamento dos incisivos superiores, e o segundo maior motivo foi dor.

Freitas et al., 2006 avaliaram as alterações decorrentes dos tratamentos ortodônticos realizados com aparelho fixo com extrações dos quatro primeiros pré-molares, também avaliaram a qualidade de

finalização e de seus resultados, por meio do índice de avaliação oclusal PAR. Realizaram avaliação de modelos de estudo de 94 pacientes, o tempo de tratamento médio foi de 2,09 anos. Concluíram que os casos tratados demonstraram um bom padrão de finalização ortodôntica, e quanto maior a severidade da má oclusão, maior a correção com o tratamento.

Torsello et al., 2022 analisaram diversos fatores que afetam a adesão dos pacientes durante os tratamentos ortodônticos e investigaram métodos e dispositivos disponíveis para observar o tempo de uso de aparelhos removíveis e melhorá-los. Sugeriram que os indicadores de conformidade podem estimar erroneamente o tempo de uso intraoral. A adesão é afetada por fatores relacionados ao paciente e fatores relacionados ao dentista. Concluíram que novos estudos devem focar em como lidar com a falta de cooperação e como aumentar a adesão, a fim de melhorar os resultados do tratamento.

Nanda e Kierl, 1992 realizaram um estudo prospectivo da cooperação do paciente com o tratamento ortodôntico em 100 pacientes adolescentes. Foram realizados questionários de pacientes, pais e ortodontistas em três fases do tratamento ortodôntico. As variáveis que

avaliam a percepção do ortodontista sobre a relação ortodontista-paciente tiveram a associação mais forte com a adesão do paciente.

Bardal et al., 2011, relatam que os dentistas têm a responsabilidade de prevenir doenças, minimizar riscos e promover saúde. Realizaram um estudo com intuito de verificar os efeitos de ações educativas, preventivas e motivacionais sobre a saúde bucal de pacientes em tratamento com aparelho ortodôntico fixo. Os voluntários do estudo receberam gratuitamente dentifrício e escova dental durante todo o estudo e também receberam instruções sobre higiene bucal. Foram realizados exames clínicos após 6, 12 e 24 semanas, para verificação dos índices de placa e sangramento gengival. A saúde bucal dos participantes melhorou significativamente ao decorrer do estudo, então, concluíram que a promoção de saúde, bem como a prevenção de doenças devem fazer parte do atendimento de seus pacientes, sendo que a orientação e motivação quanto aos cuidados com a saúde bucal devem estar presentes antes e durante o tratamento.

Sekino et al., 2003 selecionaram dez indivíduos com gengivite, o estudo avaliou o efeito de diferentes regimes de clorexidina na saliva e na formação de placa. Os participantes passaram por instruções de higiene oral, raspagem e limpeza dentária (PTC) a cada 3 dias por 2 semanas. Após

alcançar condições gengivais saudáveis, foram divididos em três períodos preparatórios: A) controle de placa autorrealizado; B) enxágue com clorexidina 0,2%; C) escovação da língua com gel de clorexidina 1,0%. A presença e quantidade de placa dentária foram avaliadas após períodos sem higiene, e amostras de saliva foram analisadas para determinar a densidade bacteriana. Concluíram que o uso diário de clorexidina junto com a limpeza mecânica reduziu o número de microrganismos detectáveis na saliva. A presença de bactérias salivares pode ter impactado a formação de placa durante uma fase inicial sem higiene oral.

Sreenivasan et al., 2003 apresentaram um método rápido usando um corante azul de alamar para avaliar a eficácia antimicrobiana de produtos de higiene bucal. Encontraram correlações significativas entre o aumento de bactérias orais e a fluorescência do alamar. Enxaguatórios bucais com clorexidina, foram avaliados. O triclosan em dentifrícios mostrou efeito dose-dependente em bactérias orais. Um estudo clínico comparou enxaguatórios com clorexidina ou cloreto de cetilpiridínio com um placebo, destacando a eficácia da clorexidina na redução de bactérias salivares. Concluíram que o azul de alamar é útil para examinar os efeitos antimicrobianos de produtos de higiene bucal em estudos laboratoriais e clínicos.

Derks et al., 2004 analisaram através de uma revisão sistemática o efeito inibidor de cárie de medidas preventivas durante o tratamento ortodôntico com aparelhos fixos. Os 15 estudos incluídos foram agrupados em flúor, clorexidina, selantes e materiais adesivos. O efeito inibidor da cárie foi expresso pela fração prevenida, sendo a fração prevenida global dos materiais de ligação que liberam flúor de 20%, mas sem significância estatística. Outras medidas preventivas, como creme dental ou gel com alta concentração de flúor e clorexidina, mostraram tendência inibidora da desmineralização. Muitos estudos foram excluídos devido a desenhos de pesquisa inadequados, destacando a necessidade de futuros ensaios clínicos para orientar estratégias eficazes de prevenção da cárie durante o tratamento ortodôntico.

Rustan et al., 2003 analisaram a relação entre o apinhamento inicial e a saúde gengival durante o tratamento ortodôntico em 220 pacientes. Divididos em dois grupos - 45 com apinhamento severo e 52 sem apinhamento - ambos apresentaram índices de sangramento gengival semelhantes no início. No entanto, os pacientes apinhados mostraram melhora significativa após 12 semanas, atribuída à possível melhor higiene bucal inicial e à correção do apinhamento. Isso sugere que a eliminação do apinhamento teve efeitos positivos, motivando os pacientes

a manter práticas de higiene bucal e contribuindo para uma saúde gengival aprimorada.

Heintze, 1996 relata que os tratamentos ortodônticos com aparelhos fixos aumentam potencialmente os riscos de cárie e gengivite devido aos componentes que retêm placa bacteriana. Durante a avaliação bucal, é crucial que o ortodontista identifique esses riscos e implemente medidas adequadas para reduzi-los. Durante a fase ativa do tratamento, é essencial prevenir desmineralizações e inflamações gengivais. Isso pode ser alcançado por meio da aplicação de verniz de clorexidina e flúor, bem como pela implementação de controles constantes e eficazes para prevenir a formação de placa bacteriana. Essas práticas são fundamentais para garantir a saúde bucal durante o tratamento ortodôntico.

Lundström e Hamp, 1980 avaliaram um período intenso de educação individual em higiene bucal que resultaria em comportamento adequado de saúde bucal. Foram estudados 30 indivíduos em tratamento ortodôntico e 30 em grupo controle. Durante seis semanas, quinzenalmente, informações sobre o controle adequado da placa foram fornecidas, seguido por um período de acompanhamento de 30 meses correspondente à fase do tratamento ortodôntico. Os resultados indicam que é possível manter um alto padrão de comportamento em saúde bucal

após a educação intensiva. Após três meses, houve uma certa deterioração do estado gengival nas crianças tratadas ortodonticamente, atribuída à influência das bandas ortodônticas. Após 30 meses, tanto as crianças em tratamento ortodôntico quanto os controles apresentaram alto nível de higiene oral e estado gengival, com pequenas diferenças insignificantes entre os grupos.

Diamanti-Kipioti et al., 1987 estudaram as mudanças na microbiota subgengival em crianças após a colocação de bandas ortodônticas, sem um programa de higiene oral profilática. Doze crianças (idade entre 10 e 15 anos) foram selecionadas. O grupo experimental incluiu seis sujeitos submetidos a tratamento ortodôntico com colocação de aparelhos fixos, enquanto o grupo controle envolveu seis crianças em manutenção da terapia ortodôntica com contenções removíveis. Exames e coletas microbiológicas foram realizados em intervalos de 3-5 semanas ao longo de 4 meses. Após a bandagem dentária, observou-se um aumento na profundidade de sondagem da bolsa, enquanto os escores de índice de placa e gengival permaneceram inalterados. Houve um aumento estatisticamente significativo ($p < 0,05$) na % de bacteróides pigmentados de preto, nas espécies *B. intermedius* e *A. odontolyticus*, juntamente com

uma diminuição da razão anaeróbia/bactérias facultativas nos locais experimentais.

Tamburus et al.,1998 relatam que A colocação de bandas, braquetes e fios ortodônticos na cavidade bucal pode influenciar diversas características da placa bacteriana, aumentando a prevalência de *lactobacilos*, *estreptococos*, *espiroquetas filamentosas e fungiformes*. O controle eficaz da placa bacteriana, essencial para prevenir cáries e doenças periodontais, é alcançado principalmente por meio de métodos mecânicos, com a escovação dental sendo a abordagem mais comum e eficaz em pacientes com tratamento ortodôntico. Além da escova tradicional, outras ferramentas, como escovas ortodônticas, escovas elétricas, fio dental, palito e enxaguantes bucais, são utilizadas. A supervisão e motivação para uma escovação eficaz são fundamentais para pacientes com aparelho ortodôntico fixo.

Axelsson e Lindhe, 1987 avaliaram o efeito de diferentes enxaguatórios bucais como complemento às práticas regulares de higiene na placa dentária e gengivite em 96 voluntários. Os participantes foram divididos em grupos de tratamento e controle, com regimes específicos de enxaguatório bucal. Ao longo de 6 semanas, os resultados mostraram que as preparações ativas melhoraram significativamente a higiene oral e as

condições gengivais em comparação com o enxaguatório de controle. Os efeitos foram consistentes com dados anteriores sobre os benefícios da clorexidina e do antisséptico Listerine na inibição da placa e na melhoria da gengivite.

Kozak et al., 2020 estudaram o impacto do cuidado bucal na desmineralização do esmalte em pacientes jovens com aparelhos fixos. Com 144 participantes divididos em tratamento ortodôntico e controle, o acompanhamento ocorreu antes, 1 mês e 6 meses após o tratamento. Usando o ICDAS, avaliou-se visualmente as lesões de mancha branca. Após 6 meses, não houve aumento significativo nas novas lesões em pacientes com aparelhos fixos em comparação com o controle. Concluíram que desmineralizações ocorreram, mas a colocação do aparelho não teve um impacto substancial nas novas lesões de manchas brancas durante os 6 meses de observação.

Chang et al., 1997 realizaram um estudo sobre a desmineralização do esmalte durante o tratamento ortodôntico com aparelho fixo e suas consequências. Um resumo é apresentado sobre os diferentes métodos existentes para analisar o potencial de desmineralização antes do início do tratamento ativo. A abordagem preventiva mais eficaz parece ser uma avaliação dos fatores de risco antes

da aplicação de bandas, acompanhada por enxágues com flúor, reforço regular da higiene bucal e orientações dietéticas ao longo de todo o tratamento.

Atassi e Awartani, 2010 observaram o estado de higiene bucal em pacientes com aparelhos ortodônticos fixos, utilizando índices como o índice de sangramento gengival, índice de placa e índice de orto placa. Um questionário autoaplicável abordou práticas de higiene, auxiliares de limpeza e visitas a um higienista dental. Cinquenta pacientes (15-30 anos) foram analisados. Concluíram que apenas 32% relataram visitar um dentista durante o tratamento, evidenciando a necessidade de um programa de manutenção da higiene bucal.

Vinishdharma et al., 2018 compararam o índice de placa em pacientes sob tratamento ortodôntico fixo com múltiplos braquetes, considerando variáveis como sexo, práticas de escovação, hábitos alimentares, tipos de braquetes, ligaduras e uso de enxaguatório bucal. Realizado com 40 pacientes, o índice de placa foi registrado conforme o método modificado de Silness e Loe. Resultados revelaram diferenças significativas relacionadas à técnica, frequência e tipo de escovação, assim como ao uso de auxiliares dentais. Outros fatores como sexo, dieta, tipo de braquete e ligadura não apresentaram significância estatística. Em

conclusão, destaca-se que a manutenção da higiene oral durante o tratamento ortodôntico depende mais das práticas de escovação do que de variáveis clínicas, enfatizando a importância da educação do paciente nesse contexto. Métodos eficazes de instrução, como orientações verbais, brochuras e vídeos, devem ser incorporados na prática clínica para promover a higiene bucal adequada.

Hiltch et al., 2023 realizaram um relato de caso que destaca uma abordagem inovadora para melhorar a tomada de decisão clínica e fornecer tratamento minimamente invasivo em casos de cárie. Utilizando o Sistema Internacional de Classificação e Gerenciamento de Cárie (ICCMS 4D), lupas com fluorescência induzida (ReVeal) e um agente químico-mecânico para remoção de cárie (Papacárie Duo Gel), a estratégia combina métodos de detecção precisos com orientação de fluorescência durante procedimentos operacionais. Essa abordagem busca oferecer cuidados de cárie mais eficazes, preservando a estrutura dentária e promovendo uma abordagem terapêutica avançada e minimamente invasiva.

Konig et al., 1998 examinaram a autofluorescência associada à cárie dentária, observando emissões características de fluoróforos endógenos em lesões cariosas quando excitadas por um laser de íon

criptônio. Os tecidos dentários saudáveis não apresentaram emissões na faixa vermelha. Os espectros indicaram a presença de porfirinas fluorescentes, especialmente a protoporfirina IX, sugerindo possível origem bacteriana. Detectar a cárie in vivo de forma sensível e não invasiva pode ser alcançável com fontes de excitação e detectores apropriados.

Angelino et al., 2017 desenvolveram um dispositivo portátil de baixo custo para detectar placa dentária, utilizando fluorescência vermelha. Foram avaliados 28 participantes, o dispositivo foi comparado a uma opção comercial, mostrando alta sensibilidade e especificidade. O algoritmo de visão computacional calculou taxas de cobertura de placa com sucesso. Os resultados indicam que o dispositivo de 405 nm e o algoritmo associado oferecem uma alternativa eficaz e acessível para a detecção de placa dentária, incluindo uma versão móvel e guia de montagem em código aberto.

Gomez et al., 2016 analisaram a relação entre a atividade de cárie e a fluorescência laranja/vermelha em imagens de QLF de superfícies que evoluíram para cavitação, conforme confirmado por exame clínico visual. Foram utilizadas imagens de QLF de 565 crianças ao longo de um estudo de quatro anos. As superfícies que progrediram para cavitação

apresentaram associação significativa com a fluorescência vermelha em vários limiares iniciais e, na observação final, em determinados limiares. A quantificação da fluorescência laranja/vermelha pode ser útil na identificação de lesões com potencial de progressão para cavitação, indicando a importância de futuras pesquisas sobre os fatores microbiológicos associados à fluorescência e à atividade de cárie.

Akin et al., 2014 buscaram analisar a ocorrência de lesões de mancha branca (WSLs) e sua relação com diversas variáveis do paciente e do tratamento em indivíduos submetidos a tratamento ortodôntico com sistemas de braquetes autoligados e ligadura convencional. Duzentos registros de pacientes foram examinados, sendo 136 mulheres e 64 homens no grupo de autoligação, e 108 mulheres e 92 homens no grupo de ligadura convencional. A avaliação do desenvolvimento de WSL utilizou os braquetes Damon 3MX no grupo de autoligação e Equilibrium 2 no grupo de ligadura convencional, com a pontuação das superfícies labiais de 24 dentes em registros fotográficos pré e pós-tratamento pelo índice WSL. Os resultados indicaram que a prevalência de pacientes com pelo menos uma WSL antes do tratamento foi de 19%, aumentando para 49% no grupo de autoligação e 54% no grupo de ligadura convencional após o tratamento. Fatores como o tipo de braquete, idade e cuidados de

higiene foram significativamente associados ao desenvolvimento de novas WSLs. A conclusão enfatiza a influência do tipo de braquete, especialmente no contexto da terapia de cuidados de higiene, no surgimento de novas WSLs. A ligadura convencional foi apontada como potencial promotora do acúmulo de placa e, conseqüentemente, do desenvolvimento de novas WSLs em comparação com os sistemas de braquetes autoligados.

Oliveira et al., 2014 compararam o efeito de remineralização em lesões de mancha branca usando três produtos: creme de fosfato de cálcio amorfo de fosfopeptídeo de caseína (CPP-ACP - MI Paste™), dentifrício NaF 1,1% contendo 5.000 ppm de flúor (ControlRX™) e CPP-ACP creme com 900 ppm de flúor (MI Paste Plus™). Lesões artificiais foram criadas em molares e tratadas com os produtos ao longo de 30 dias. O dentifrício NaF 1,1% mostrou maior capacidade de remineralização em comparação com o CPP-ACP a 10%, destacando-se especialmente nos primeiros 10 dias. Entretanto, ambos foram eficazes em reduzir a perda de fluorescência, sendo o dentifrício NaF 1,1% tão eficaz quanto o grupo controle ao final do estudo.

Sadeq et al., 2015 examinaram a relação entre a presença de bactérias específicas (*Porphyromonas gingivalis*, *Streptococcus mutans* e

Streptococcus gordonii), a formação de lesões de mancha branca (LMWs) e o uso de aparelhos ortodônticos fixos em pacientes adolescentes ao longo de um ano. Utilizando métodos de imagem e análise bacteriana, os pesquisadores observaram que as LMWs não estavam significativamente associadas à presença da bactéria *Porphyromonas gingivalis*. No entanto, houve mudanças na composição bacteriana ao redor dos braquetes durante o tratamento ortodôntico, e foi sugerido que a bactéria *Streptococcus gordonii* pode desempenhar um papel na desmineralização do esmalte. O estudo destaca a importância de compreender a microbiologia oral durante a terapia ortodôntica e sugere uma abordagem combinada de tecnologias para informar intervenções clínicas.

Volgenant et al., 2017 investigaram a relação entre a presença de placa fluorescente vermelha e o estado de cárie em crianças, além de analisar a composição microbiana da placa dentária em locais com RFP e locais sem RFP (NFP). Fotografias de fluorescência foram tiradas de cinquenta crianças, e os escores de cárie foram avaliados. Não foram encontradas correlações clinicamente relevantes entre RFP e o estado de cárie ao nível local, mas uma correlação fraca foi observada no nível do sujeito quando lesões não cavitadas foram incluídas. A composição microbiana de RFP diferiu significativamente de NFP, com RFP

apresentando mais anaeróbios e táxons de bactérias Gram-negativas. As conclusões destacam a diversidade microbiológica em diferentes tipos de placa, mas não indicam correlações significativas entre RFP e lesões precoces de cárie neste estudo transversal.

Simonato et al., 2017 fizeram um estudo piloto para avaliar a eficácia da visualização de fluorescência na detecção precoce de lesões orais potencialmente malignas por examinadores orais inexperiente e experiente. Utilizando exame oral convencional e visualização de fluorescência em 15 pacientes, o examinador inexperiente apresentou maior sensibilidade, especificidade, valores preditivos positivos e negativos, e acurácia ao utilizar a fluorescência em comparação com o exame de luz branca. O profissional experiente também mostrou melhora na eficácia com a visualização de fluorescência. Isso sugere que a técnica pode aprimorar a detecção precoce de lesões orais em profissionais inexperientes e experientes.

Kim et al., 2016 pesquisaram as transformações ecológicas no biofilme em distintos estágios de maturação utilizando o sequenciamento do amplicon do gene 16S rDNA, e identificar associações entre a razão de fluorescência vermelho/verde (R/G) e as mudanças ecológicas. Um biofilme de microcosmo oral foi iniciado a partir da saliva de um único

doador e cultivado anaerobicamente por até 10 dias em meio basal de mucina. A análise quantitativa de fluorescência induzida pela luz revelou um aumento consistente na relação R/G do biofilme, entretanto, a inclinação diminuiu rapidamente após seis dias. As composições bacterianas de 10 espécies também apresentaram mudanças consistentes ao longo do tempo. Contudo, não se observou correlação significativa entre cada bactéria e a fluorescência vermelha. O acompanhamento do processo de maturação do biofilme do microcosmo oral durante 10 dias indicou que a relação R/G e a composição bacteriana dentro do biofilme mudaram de forma coerente. Portanto, sugere-se que a relação de fluorescência R/G do biofilme pode estar associada às suas alterações ecológicas, e não a bactérias específicas.

Steier, 2020 escreveu um artigo sobre o ReVeal, relatando sobre sua utilização, bem como a ampliação e a fonte adicional de luz natural. São tecnologias para aprimorar diagnósticos e tratamentos. Um espectro de luz específico emitido intraoral tem potencial para gerar fotoluminescência devido às propriedades autógenas da estrutura dentária e a produtos bacterianos como porfirinas. O ReVeal, é composto por óculos com uma lupa de ampliação, protege a visão e filtra a fluorescência oral para um diagnóstico ideal. Suas aplicações incluem orientação

diagnóstica e terapêutica em áreas como cariologia, higiene bucal, periodontia, peri-implantite, detecção precoce e tratamento, com possíveis aplicações adicionais no futuro.

3. PROPOSIÇÃO

3.1 Objetivos gerais

Avaliar a presença de biofilme, desmineralização e cárie ao redor de braquetes ortodônticos, por meio do uso de um novo dispositivo com uma lupa autofluorescente.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar o uso da lupa autofluorescente (ReVeal), na eficácia de detecção de biofilme, desmineralização e cárie ao redor de braquetes ortodônticos, traçando um comparativo com o método visual, convencionalmente utilizado para fins de diagnóstico nestas situações.

Hipótese

As hipóteses testadas foram que (i) a utilização da lupa autofluorescente (ReVeal) tem a mesma eficiência na detecção de biofilme, (ii) de desmineralização e (iii) de cárie ao redor de braquetes ortodônticos, quando comparada à visualização direta.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de Passo Fundo (UPF) sob o parecer 6.515.846 (Apêndice A).

Sessenta pacientes foram selecionados para o presente estudo. Trinta pacientes não submetidos ao tratamento ortodôntico foram selecionados como forma de um grupo controle. E, da mesma forma, trinta pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico com aparelho fixo, no departamento de Ortodontia do Instituto Rhoden (Passo Fundo, RS, Brasil), foram selecionados como forma de um grupo experimental.

Para o cálculo amostral foi utilizado o pacote estatístico BioEstat 5.0 (Fundação Mamirauá, Belém, Pará, Brasil), sendo necessário um mínimo de 12 pacientes por grupo para serem incluídos no presente estudo, considerando um poder do teste de 80% e erro alfa de 5% a fim de estimar o tamanho da amostra para o desfecho analisado.

Dentre os critérios de inclusão, para ambos os grupos, pacientes com idade igual ou superior a 18 anos e bom estado geral de saúde, foram incluídos no presente estudo. Além disso, para o grupo experimental, pacientes com tempo de tratamento com aparelho ortodôntico fixo de,

pelo menos, 1 ano, a contar da consulta de colagem dos braquetes, e com a presença de braquetes ortodônticos nos dentes anteriores superiores, foram incluídos no presente estudo. Todos os possíveis participantes foram informados verbalmente e por escrito sobre o estudo, e receberam um termo de consentimento informado para assinatura (Apêndice B).

Dentre os critérios de exclusão, para ambos os grupos, pacientes que apresentaram deficiências significativas que afetassem a destreza manual ou a prática de higiene oral, que estivessem tomando antibióticos nos últimos 2 meses ou, ainda, que se recusassem a assinar o termo de consentimento informado, foram excluídos do estudo.

Os 30 pacientes do grupo controle foram avaliados clinicamente por dois avaliadores previamente calibrados, que realizaram a avaliação da presença de biofilme, de desmineralização e cárie incipiente na face vestibular dos elementos dentários 11, 12, 13, 21, 22 e 23, por meio de dois métodos:

Grupo 1 (n=30) – avaliação visual: mediante isolamento relativo, campo operatório seco e luz branca LED do refletor da cadeira odontológica.

Grupo 2 (n=30) – avaliação ReVeal: mediante isolamento relativo, campo operatório seco e autofluorescência induzida pelo dispositivo ReVeal (Designs for Vision, Bohemian, NY, Estados Unidos).

Para a avaliação da presença de biofilme, foi atribuído um escore numérico para cada um dos elementos dentários avaliados, obtendo-se 6 escores numéricos por paciente, de acordo com o método de avaliação utilizado, como segue:

Score 0: sem presença de placa (visual) ou área fluorescente em vermelho (ReVeal) na face vestibular do elemento dentário.

Score 1: presença de placa (visual) ou área fluorescente em vermelho (ReVeal) na face vestibular do elemento dentário.

Para a avaliação da presença de desmineralização, foi realizada uma profilaxia para remoção do biofilme, foi atribuído um escore numérico para cada um dos elementos dentários avaliados, obtendo-se 6 escores numéricos por paciente, de acordo com o método de avaliação utilizado, como segue:

Score 0: ausência de mancha branca espessa (visual) ou área fluorescente em marrom (ReVeal) na face vestibular do elemento dentário.

Score 1: presença de mancha branca espessa (visual) ou área fluorescente marrom (ReVeal) na face vestibular do elemento dentário.

Para a avaliação da presença de cárie incipiente foi atribuído um escore numérico para cada um dos elementos dentários avaliados, obtendo-se 6 escores numéricos por paciente, de acordo com o método de avaliação utilizado, como segue:

Score 0: ausência de tecido cariado (visual) ou área fluorescente em laranja/marrom (ReVeal) na face vestibular do elemento dentário.

Score 1: presença de tecido cariado (visual) ou área fluorescente laranja/vermelho (ReVeal) na face vestibular do elemento dentário.

Os 30 pacientes do grupo experimental (pacientes em tratamento ortodôntico), foram avaliados clinicamente por dois avaliadores previamente calibrados, que realizaram avaliação da presença de biofilme, de desmineralização e cárie incipiente ao redor dos braquetes, na face vestibular dos elementos dentários 11, 12, 13, 21, 22 e 23, por meio de dois métodos:

Grupo 1 (n=30) – avaliação visual: mediante isolamento relativo, campo operatório seco e luz branca LED do refletor da cadeira odontológica.

Grupo 2 (n=30) – avaliação ReVeal: mediante isolamento relativo, campo operatório seco e autofluorescência induzida pelo dispositivo ReVeal (Designs for Vision, Bohemian, NY, Estados Unidos).

Para a avaliação da presença de biofilme, foi atribuído um escore numérico para cada um dos elementos dentários avaliados, obtendo-se 6 escores numéricos por paciente, de acordo com o método de avaliação utilizado, como segue:

Escore 0: sem presença de placa (visual) ou área fluorescente em vermelho (ReVeal) ao redor do braquete ortodôntico na face vestibular.

Escore 1: presença de placa (visual) ou área fluorescente em vermelho (ReVeal) em um dos quatro lados do braquete ortodôntico (25%).

Escore 2: presença de placa (visual) ou área fluorescente em vermelho (ReVeal) em dois dos quatro lados do braquete ortodôntico (50%).

Escore 3: presença de placa (visual) ou área fluorescente em vermelho (ReVeal) em três dos quatro lados do braquete ortodôntico (75%).

Escore 4: presença de placa (visual) ou área fluorescente em vermelho (ReVeal) em quatro dos quatro lados do braquete ortodôntico (100%).

Para a avaliação da presença de desmineralização, após a remoção do biofilme e polimento com taças de borracha, foi atribuído um escore

numérico para cada um dos elementos dentários avaliados, obtendo-se 6 escores numéricos por paciente, de acordo com o método de avaliação utilizado, como segue:

Escore 0: ausência de mancha branca espessa (visual) ou área fluorescente em marrom (ReVeal) ao redor do braquete ortodôntico na superfície vestibular.

Escore 1: presença de mancha branca espessa (visual) ou área fluorescente marrom (ReVeal) em um dos quatro lados do braquete ortodôntico (25%).

Escore 2: presença de mancha branca espessa (visual) ou área fluorescente marrom (ReVeal) em dois dos quatro lados do braquete ortodôntico (50%).

Escore 3: presença de mancha branca espessa (visual) ou área fluorescente marrom (ReVeal) em três dos quatro lados do braquete ortodôntico (75%).

Escore 4: presença de mancha branca espessa (visual) ou área fluorescente marrom (ReVeal) em quatro dos quatro lados do braquete ortodôntico (100%).

Para a avaliação da presença de cárie incipiente, após a remoção do biofilme e polimento com taças de borracha, foi atribuído um escore

numérico para cada um dos elementos dentários avaliados, obtendo-se 6 escores numéricos por paciente, de acordo com o método de avaliação utilizado, como segue:

Escore 0: ausência de tecido cariado (visual) ou área fluorescente em laranja/vermelho (ReVeal) ao redor do braquete ortodôntico na superfície vestibular.

Escore 1: presença de tecido cariado (visual) ou área fluorescente laranja/vermelho (ReVeal) em um dos quatro lados do braquete ortodôntico (25%).

Escore 2: presença de tecido cariado (visual) ou área fluorescente laranja/vermelho (ReVeal) em dois dos quatro lados do braquete ortodôntico (50%).

Escore 3: presença de tecido cariado (visual) ou área fluorescente laranja/vermelho (ReVeal) em três dos quatro lados do braquete ortodôntico (75%).

Escore 4: presença de tecido cariado (visual) ou área fluorescente laranja/vermelho (ReVeal) em quatro dos quatro lados do braquete ortodôntico (100%).

Por se tratar de um novo dispositivo e sem estudos prévios na literatura utilizando este recurso, o sistema de escores precisou ser criado

com base na presença ou ausência de alterações visíveis na face vestibular (pacientes sem aparelho ortodôntico) e nas faces dos braquetes (pacientes com aparelho ortodôntico).

Devido à possibilidade de evento adverso relacionado à lesão ocular pelo uso da luz fluorescente do dispositivo ReVeal diretamente sobre o olho do pesquisador e do paciente, embora sem nenhum relato na literatura, a utilização de óculos de proteção ocular para o paciente e o profissional de saúde que utilizou o ReVeal, foram as recomendações exigidas e propostas neste estudo.

Em relação aos benefícios, o paciente submetido à pesquisa obteve um diagnóstico preciso da lesão de cárie, caso estivesse presente, identificando a mesma em estágios iniciais e evitando, dessa forma, intervenções mais invasivas nas estruturas dentárias.

O teste do coeficiente Kappa ponderado foi realizado para verificar a confiabilidade da avaliação entre as leituras dos avaliadores. Para a análise estatística, foi calculado um valor médio de escore para cada paciente, somando os escores de cada dente e dividindo pelo número de dentes avaliados, nas avaliações de presença de biofilme, desmineralização e cárie, tanto no grupo de pacientes sem aparelho ortodôntico, quanto no grupo de pacientes com aparelho ortodôntico. A

unidade amostral, neste cenário, foi o paciente. A comparação estatística foi realizada por Wilcoxon Signed Ranks Test, utilizando o software GraphPad Prism 6, comparando os métodos visual e dispositivo ReVeal, a partir do estabelecimento de uma média e desvio padrão do escore numérico para ambos os métodos ($\alpha=0,05$). De forma complementar, por se tratar de um teste não-paramétrico, foi estabelecida a mediana e o intervalo interquartil de cada um dos métodos, nas diferentes avaliações.

5. RESULTADOS

O teste do coeficiente Kappa mostrou concordância entre os observadores ($k=0,9376$).

A média e o desvio padrão dos escores numéricos para os métodos visual e dispositivo ReVeal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes sem tratamento ortodôntico, estão expressos na Tabela 1. De acordo com os resultados do presente estudo, em pacientes sem tratamento ortodôntico, foi observado que o dispositivo ReVeal foi mais eficiente na detecção da presença de biofilme, sendo estatisticamente superior ao método visual ($p<0,05$). Além disso, nos pacientes sem tratamento ortodôntico, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre o dispositivo ReVeal e o método visual, no que diz respeito à detecção de desmineralização e cárie ($p>0,05$). A Figura 1 demonstra os gráficos referentes às medianas do método visual e do dispositivo ReVeal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes sem tratamento ortodôntico.

Tabela 1: Média \pm desvio padrão dos escores numéricos para os métodos visual e dispositivo Reveal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes sem tratamento ortodôntico.

Avaliação	n	Método Visual	Reveal
Biofilme	30	0.07 ± 0.01^B	0.19 ± 0.02^A
Desmineralização	30	0.01 ± 0.05^A	0.01 ± 0.05^A
Cárie	30	0.00 ± 0.00^A	0.00 ± 0.00^A

* Dados são apresentados como média \pm desvio padrão. Diferentes letras maiúsculas, na linha, representam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Figura 1: gráficos referentes às medianas do método visual e do dispositivo ReVeal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes sem tratamento ortodôntico.



A média e o desvio padrão do escore numérico para os métodos visual e dispositivo ReVeal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes com tratamento ortodôntico, estão expressos na Tabela 2. De acordo com os resultados do presente estudo, em pacientes com tratamento ortodôntico, foi observado que o dispositivo

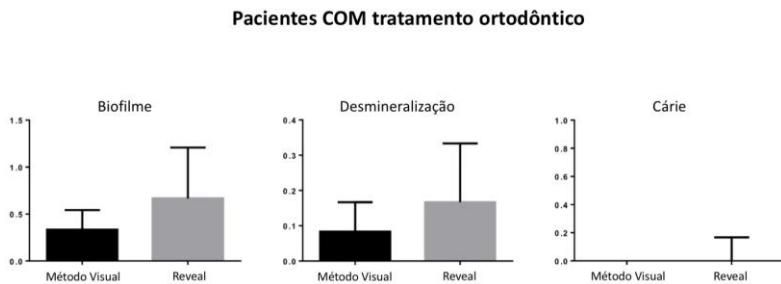
ReVeal foi mais eficiente na detecção da presença de biofilme e desmineralização, sendo estatisticamente superior ao método visual ($p < 0,05$). Além disso, nos pacientes com tratamento ortodôntico, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre o dispositivo ReVeal e o método visual, no que diz respeito à detecção de cárie ($p > 0,05$). A Figura 2 demonstra os gráficos referentes às medianas do método visual e do dispositivo ReVeal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes com tratamento ortodôntico. A captação das imagens obtidas a partir do dispositivo ReVeal, observando a presença de biofilme, desmineralização e cárie, pode ser observada ao fim da presente dissertação (Apêndice C).

Tabela 2: Média \pm desvio padrão dos escores numéricos para os métodos visual e dispositivo Reveal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes com tratamento ortodôntico.

Avaliação	n	Método Visual	Reveal
<i>Biofilme</i>	30	0.41 ± 0.04^B	0.90 ± 0.28^A
<i>Desmineralização</i>	30	0.14 ± 0.02^B	0.23 ± 0.02^A
<i>Cárie</i>	30	0.03 ± 0.08^A	0.07 ± 0.14^A

* Dados são apresentados como média \pm desvio padrão. Diferentes letras maiúsculas, na linha, representam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$).

Figura 2: gráficos referentes às medianas do método visual e do dispositivo Reveal na avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes com tratamento ortodôntico.



6. DISCUSSÃO

Existem alguns fatores que motivam os pacientes adultos a buscarem tratamento ortodôntico. O maior fator é relacionado com as mudanças no posicionamento dentário, principalmente em relação aos dentes anteriores. Os dentes anteriores superiores são alvo de maior preocupação por parte dos participantes, demonstrando a maior apreensão com a estética, em detrimento da função mastigatória (NANDA & KIERL, 1992; MATLAGLIATI & MONTES, 2007; TORSELLO *et al.*, 2022). Na literatura, existe uma concordância em relação à importância da cooperação e do estímulo dos pacientes em tratamento ortodôntico para chegar em um resultado final, que tem seu sucesso fundamentado na qualidade final e no tempo que se levou para atingi-lo (FREITAS *et al.*, 2006). TAMBURUS *et al.*, em 1998, relataram que o êxito do tratamento ortodôntico reside em corrigir a oclusão de maneira adequada, sem comprometer a saúde dentária e dos tecidos de suporte já existente. Qualquer alteração nesse equilíbrio pode levantar dúvidas quanto aos benefícios do tratamento.

Neste cenário em que se conhecem os objetivos do tratamento ortodôntico, é reconhecido que os pacientes sujeitos à instalação de um aparelho fixo apresentam retentores adicionais de biofilme na cavidade

bucal, tais como braquetes, bandas e acessórios ortodônticos. Estes componentes podem levar a desmineralizações do esmalte, causando mancha branca, cárie dentária e gengivite (HEINTZE, 1996; GLANS *et al.*, 2003; DERKS *et al.*, 2004). Ao mesmo tempo, pesquisas microbiológicas indicam que a colocação de aparelho ortodôntico fixo resulta em considerável aumento no número de bactérias, especialmente *lactobacilos e estreptococos*. Isso cria um desequilíbrio no ambiente bucal, potencialmente favorecendo o desenvolvimento de alterações patológicas (DIAMANTI-KIPIOTI *et al.*, 1987; CHANG *et al.*, 1997). Outros autores também afirmam que após a instalação de um aparelho ortodôntico fixo, são notadas modificações no biofilme dentário, havendo a estruturação do mesmo. Dessa forma, a complexidade em remover o biofilme da região do braquete e o acúmulo elevam o potencial de desmineralização e o surgimento de cáries, mesmo nestas áreas em que, normalmente, não são propensas a desenvolver alterações (KOZAK *et al.*, 2020). Isso faz com que esse grupo de pacientes enfrente desafios adicionais na manutenção da higiene bucal devido à presença destes acessórios exigindo esforços extras para alcançar níveis aceitáveis de limpeza oral (LUNDSTRON & HAMP, 1980).

Os cirurgiões-dentistas têm a responsabilidade de prevenir doenças bucais, enquanto os pacientes devem ser conscientizados sobre o seu papel no cuidado oral. O controle do biofilme é um desafio comum na prevenção de alterações patológicas, impactando diretamente na presença de cáries e inflamação gengival. A colaboração entre profissionais e pacientes, com foco na higiene e exames regulares, é essencial para alcançar e manter a saúde bucal, sendo que o profissional exerce um papel fundamental para que a correta higienização bucal possa ser realizada de maneira frequente e eficaz (SEKINO *et al.*, 2003; SREENIVASAN *et al.*, 2003). A higiene oral insuficiente leva à formação de um biofilme ativo, que dificulta o os processos de desmineralização e remineralização, levando à formação de lesões de manchas brancas no esmalte. Uma lesão precoce do esmalte é uma forma reversível de cárie dentária, se apresentando na forma de uma mancha branca ou marrom na superfície dos dentes (CHANG *et al.*, 1997). Por isso, manter um controle eficaz do biofilme e um periodonto saudável, sem inflamação ou sangramento, representa um desafio significativo tanto para os dentistas, que precisam avaliar e tratar os pacientes, quanto para os próprios pacientes, que têm uma grande responsabilidade na preservação de sua saúde bucal (AXELSSON & JAN LINDHE, 1987; SEKINO *et al.*, 2003; SREENIVASAN *et al.*, 2003).

Diversas abordagens foram sugeridas para aprimorar a higiene oral durante o tratamento ortodôntico, incluindo medidas preventivas, métodos de comunicação e orientações sobre frequência e técnicas de higiene. Considerando o desafio do controle de biofilme em pacientes ortodônticos adolescentes, que podem não estar cientes das áreas negligenciadas durante a escovação, é necessário instruir devidamente os pacientes em tratamento com aparelhos fixos para assegurar a limpeza eficaz de todas as superfícies dentárias. Estudos indicam que a manutenção de uma higiene bucal satisfatória durante o tratamento ortodôntico está estritamente ligada às práticas de escovação. Pacientes que adotam escovas dentais convencionais e interdentais, seguindo uma frequência e duração adequadas na escovação, apresentam menor propensão ao acúmulo de placa bacteriana (ATASSI & AWARTANI, 2010; VINISHDHARMA *et al.*, 2018; KOZAK *et al.*, 2020).

Atualmente, para garantir um controle eficiente do biofilme, a escovação dentária sozinha não é eficaz o suficiente para a grande maioria dos pacientes ortodônticos. Agentes químicos de controle da placa, dieta adequada e agentes remineralizantes complementam o controle mecânico do biofilme. É visto que nos primeiros meses do tratamento com aparelho ortodôntico fixo, fortalecer e monitorar a higiene bucal é fundamental.

Identificar áreas propensas ao acúmulo de biofilme é essencial para estratégias preventivas e uma educação eficaz durante o tratamento. Ajustar os protocolos de higiene com métodos modernos, especialmente para áreas suscetíveis, é necessário, garantindo instruções que incentivem a remoção efetiva do mesmo (SADEQ *et al.*, 2015; VOLGENANT *et al.*, 2017; KOZAK *et al.*, 2020).

As restrições da visualização direta englobam uma sensibilidade limitada, complicações na detecção precoce de biofilme e da cárie dentária, podendo evoluir para algo de maior gravidade, a necessidade de realizar com o campo operatório seco, subjetividade na interpretação e desafios em regiões de difícil acesso. Por outro lado, a visualização com fluorescência supera algumas dessas limitações, destacando o biofilme de maneira mais eficiente para uma detecção sensível, especialmente nos estágios iniciais. A fluorescência avermelhada foi consideravelmente maior em lesões que evoluíram para cavitação em comparação com lesões não progressivas. A fluorescência foi notavelmente mais alta nas lesões que progrediram. Esses resultados, corroborando com nossos achados, demonstraram que a fluorescência avermelhada pode ser um indicador não subjetivo de lesões ativas, representando um potencial inovador para

avaliar a atividade de cárie em um único momento e influenciar os cuidados odontológicos (GOMEZ *et al.*, 2016; STEIER *et al.*, 2022).

Recentemente, um dispositivo denominado ReVeal foi desenvolvido, oferecendo benefícios no que diz respeito ao diagnóstico e ao tratamento de alterações patológicas da cavidade oral. Este dispositivo se apresenta como um óculos, contendo uma lupa de magnificação com uma fonte de luz acoplada, propiciando o aumento da visualização do campo operatório em 2,5 vezes ao mesmo tempo que emite uma luz fluorescente direcionada para o campo operatório em que se trabalha. Este conjunto específico de luz, emitido por uma fonte externa e direcionado intraoral, tem a capacidade de induzir fotoluminescência devido às características intrínsecas (fluorescência) da estrutura dentária natural, assim como os subprodutos bacterianos conhecidos como porfirinas. Filtros são essenciais para viabilizar a observação do comprimento de onda de emissão (fluorescência). A partir deste dispositivo, são fornecidas informações visuais relevantes para apoiar decisões clínicas em áreas como a cariologia, higiene oral, periodontia, implantodontia e odontologia restauradora, cobrindo desde o diagnóstico até a conclusão do tratamento (STEIER *et al.*, 2020; HILTCH *et al.*, 2023).

Diante das características do dispositivo apresentado, o ReVeal pode ser utilizado para identificar a presença de biofilme microbiano ativo, desmineralização do esmalte, e presença de cáries incipientes, propiciando uma nítida diferenciação entre dentina afetada e infectada, e sendo uma potente ferramenta no estabelecimento do diagnóstico, que visa uma adequada conduta terapêutica na cavidade oral dos pacientes. Por esta razão, o presente estudo propôs uma avaliação comparativa entre o método visual e o dispositivo ReVeal, avaliando a eficácia de ambos os métodos na detecção da presença de biofilme microbiano ativo, desmineralização de esmalte e cáries incipientes, em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. A criação do grupo controle, avaliando o método visual e o dispositivo ReVeal nas referidas alterações patológicas, em pacientes sem aparelho ortodôntico, foi feita para fornecer uma base de avaliação, ajudando a controlar variáveis externas e minimizar vieses, sendo de fundamental importância para garantir a validade e a confiabilidade dos resultados do presente estudo. Considerando a existência de um método mais acurado na detecção destas alterações patológicas, o procedimento terapêutico também poderá ser realizado com orientação por fluorescência, desde a remoção do biofilme bacteriano,

bem como do tecido cariado, preservando a estrutura dental sadia (STEIER *et al.*, 2022).

De acordo com os resultados do presente estudo, o dispositivo ReVeal foi mais eficiente na detecção da presença de biofilme microbiano, tanto no grupo dos pacientes sem tratamento ortodôntico, quanto no grupo dos pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. Estes achados não confirmam hipótese de nulidade do presente estudo. Além da magnificação do campo operatório, que potencializa a visualização do biofilme microbiano, as bactérias irradiadas com a luz fluorescente do dispositivo ReVeal emitem fótons na faixa de comprimento de onda laranja, devido à presença de derivados de porfirinas na sua composição estrutural, que é uma classe de compostos orgânicos presentes em todas as células vivas (ANGELONI *et al.*, 2017). Em estudos similares avaliando a presença de biofilme microbiano, foi observado que o biofilme mais maduro exibe uma coloração alaranjada (VEEN *et al.*, 2007; GOMEZ *et al.*, 2016; STEIER *et al.*, 2022), corroborando com os achados do presente estudo. Devido às propriedades fluorescentes das porfirinas, o biofilme microbiano ativo é facilmente identificado quando presente, a partir da visualização de áreas fluorescentes em laranja ao redor dos braquetes ortodônticos, quando da

utilização do dispositivo ReVeal. Isso não ocorre quando utilizamos o método visual, que, além de proporcionar uma visualização restrita do campo operatório devido as limitações do olho humano, não apresenta a capacidade de visualizar estas formas de irradiação que facilitam a identificação do biofilme microbiano. Isso ajuda a explicar os resultados do presente estudo.

Conforme descrito anteriormente, a cor alaranjada é particularmente manifestada por meio de porfirinas presentes na estrutura de bactérias organizadas na forma de um biofilme microbiano. Ao mesmo tempo, a desmineralização do esmalte se apresenta na forma de uma coloração mais escura (KIM *et al.*, 2016; SIMONATO *et al.*, 2017; VOLGENANT *et al.*, 2017), devido ao aumento da dispersão da luz fluorescente emitida pelo dispositivo ReVeal sobre o tecido afetado, trazendo a visualização da coloração marrom nestas áreas desmineralizadas (KONIG *et al.*, 1998). De acordo com os resultados do presente estudo, o dispositivo ReVeal foi mais eficiente na detecção da presença de desmineralização do esmalte, no grupo dos pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. Estes achados não confirmam a segunda hipótese de nulidade do presente estudo. Além das razões trazidas previamente que explicam uma maior acurácia diagnóstica das alterações

nos tecidos dentários por meio do dispositivo ReVeal, principalmente relacionadas à magnificação e a irradiação fluorescente de componentes bacterianos, se acrescenta o fato da dificuldade diagnóstica do método visual. A presença de biofilme e de mancha branca, esta última indicando os estágios iniciais da desmineralização do esmalte, se confundem no método visual, sendo ainda mais dificultado o diagnóstico pela limitada visualização do campo operatório. Dessa forma, pela simples visualização de áreas fluorescentes em marrom, o diagnóstico da desmineralização de esmalte é mais efetivo a partir do uso dispositivo ReVeal, conforme observado no presente estudo. Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas entre o método visual e o dispositivo ReVeal na detecção de desmineralização em pacientes não submetidos ao tratamento ortodôntico. Isso pode ser explicado pelo fato de que existe uma maior facilidade de higienização nos dentes anteriores, se comparado aos dentes posteriores, especialmente quando estes pacientes não são portadores de retentores adicionais de biofilme, tais como braquetes e acessórios ortodônticos.

De acordo com estudos prévios, o direcionamento de uma fonte de luz fluorescente, em determinado comprimento de onda, sobre um tecido cariado, onde existe a presença de microorganismos ativos, traz a reflexão

de uma coloração vermelho/alaranjada. A reflexão desta coloração também se deve à presença de porfirinas nos componentes estruturais de bactérias responsáveis pelo desenvolvimento da doença cárie (VEEN *et al.*, 2007; GOMEZ *et al.*, 2016; KONIG *et al.*, 2016; ANGELONI *et al.*, 2017; STEIER *et al.*, 2022). Diante do exposto, a utilização do dispositivo ReVeal no presente estudo poderia trazer uma maior acurácia na detecção de cáries incipientes em pacientes submetidos ou não ao tratamento ortodôntico. No entanto, apesar das referidas irradiações em vermelho/alaranjada em alguns dos pacientes avaliados, não foram observadas diferenças significativas em relação ao método visual neste propósito. Estes achados confirmam a terceira hipótese do presente estudo e também podem ser explicados pelas razões expostas anteriormente, onde uma maior facilidade de higienização dos dentes anteriores traz uma menor incidência de alterações patológicas mais agressivas nestas regiões, como é o caso da doença cárie. Acreditamos que em dentes posteriores e em estágios mais avançados, a utilização do dispositivo ReVeal traria uma maior precisão na detecção e delimitação da doença cárie, sendo possível uma remoção conservadora do tecido infectado e uma maior preservação da estrutura dental sadia nestas situações.

Quanto às limitações do presente estudo, observou-se que os pacientes tendem a higienizar mais frequentemente e de forma mais efetiva os dentes anteriores, devido à fácil visualização e ao fácil acesso no processo de escovação. Este cenário pode ter influenciado os resultados do presente estudo, principalmente no que diz respeito à avaliação da presença de desmineralização e de cárie incipiente. Como mencionado anteriormente, além da presença do biofilme microbiano, as lesões de mancha branca ao redor dos braquetes ortodônticos resultam no desenvolvimento da desmineralização do esmalte. O controle deste fenômeno é um desafio clínico relevante ao ortodontista, devido à dificuldade de higienização causada pelos braquetes ortodônticos, que contribuem para o acúmulo do biofilme microbiano em larga escala, correspondendo a um fator predisponente para a atividade da cárie dentária. (AKIN *et al.*, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2014). Além disso, pacientes que estavam com as ligaduras na coloração vermelha/laranja ao redor dos braquetes dificultaram os registros fotográficos deste estudo.

O presente estudo, sem dúvidas, representa uma contribuição clínica relevante ao especialista em Ortodontia, trazendo avanços no diagnóstico da presença de biofilme em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico, uma vez que observar níveis altos de

fluorescência alaranjada ao redor de braquetes ortodônticos, quando do uso do dispositivo ReVeal, pode ser um indicador efetivo da progressão de lesões bacterianas nos tecidos dentários. Além disso, a detecção precoce pode auxiliar na interrupção da progressão destas lesões (GOMEZ et al., 2016), por meio de condutas terapêuticas mais conservadoras, sendo guiadas pela magnificação e irradiação fluorescente do campo operatório. Dessa forma, a inclusão do dispositivo ReVeal, sem induzir agressão aos tecidos, sem a necessidade de uso das mãos, com o aumento do campo da visão do campo operatório e com a emissão da luz fluorescente, representa uma valiosa adição ao conjunto de ferramentas clínicas do especialista em Ortodontia, seja para o diagnóstico, seja para o tratamento de alterações patológicas dos tecidos dentários que adotem os pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico.

7. CONCLUSÕES

De acordo com as limitações do presente estudo, foi possível concluir que o dispositivo ReVeal pode ser considerado um método mais efetivo para avaliar a presença de biofilme e desmineralização ao redor de braquetes ortodônticos, quando comparado ao método visual, em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico. Nos casos em que a presença de cárie foi avaliada, foi possível concluir que não houve diferença entre o método visual e o dispositivo ReVeal, em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa clínica na odontologia desempenha um papel crucial, abrangendo estudos conduzidos em seres humanos para explorar e validar efeitos clínicos. O seu objetivo é contribuir para o avanço do conhecimento na área odontológica. Nesse contexto, este estudo foi elaborado com a finalidade de introduzir uma inovação tecnológica destinada a aprimorar a rotina dos cirurgiões-dentistas. Essa tecnologia já está disponível no mercado e evidencia que o dispositivo ReVeal pode ser considerado um método mais eficaz para avaliar a presença de biofilme e desmineralização ao redor de braquetes ortodônticos, em comparação com o método visual. Isso se destaca especialmente em pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico, demonstrando assim seu potencial em proporcionar diagnósticos mais precisos e tratamentos abrangentes, elevando, conseqüentemente, a qualidade do atendimento clínico prestado aos pacientes.

REFERÊNCIAS

AHRARI, F; AKBARI, M; AKBARI, J; DABIRI, G. Enamel surface roughness after debonding of orthodontic brackets and various clean-up techniques *J Dent.*, v.10, n.1, p.82-93, 2013.

AKIN, M; TEZCAN, M; LERI, Z; AYHAN, F; Incidence of white spot lesions among patients treated with self- and conventional ligation systems. *Clin Oral Investig.*, v.19, n.6, p.1501-1506, 2014.

ALBHAISI, Z; AL-KHATEEB, S.N; ALHAIJ, E.S. Enamel demineralization during clear aligner orthodontic treatment compared with fixed appliance therapy, evaluated with quantitative light-induced fluorescence: A randomized clinical trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v.157, n.5, p. 594-601, 2020.

ANGELINO, K; SHAH, P; EDLUND, D; MOHIT, M; YAUNEY, G. Clinical validation and assessment of a modular fluorescent imaging system and algorithm for rapid detection and quantification of dental plaque. *BMC Oral Health.*, v.17, n.1, 2017.

ATASSI, F; AWARTANI, F. Oral hygiene status among orthodontic patients. *J Contemp Dent Pract.*, v.11, n.4, p.25-32, 2010.

BARDAL, P; OLYMPIO, K; BASTOS, JR; HENRIQUES, JF; BUZALAF, M. Education and motivation in oral health: preventing disease and promoting health in patients undergoing orthodontic treatment. *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial.*, v.16, n.3, p.95-102, 2011.

BEERENS, M.W; BOEKITWETAN, F; VEEN, M.H.V; CATE, J.M. White spot lesions after orthodontic treatment assessed by clinical photographs and by quantitative light-induced fluorescence imaging; a retrospective study. *Acta Odontol Scand.*, v.73, n.6, p.441-446, 2014.

BENSON, P.E; PENDER, N; HIGHAM, S.M. Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets--a comparison of two methods. Part 1: repeatability and agrément. *Eur J Orthod.*, v.25, n.2, p.149-158, 2003.

BENSON, P.E; PENDER, N; HIGHAM, S.M. Quantifying enamel demineralization from teeth with orthodontic brackets—a comparison of two methods. Part 2: validity. *Eur J Orthod.*, v.25, n.2, p.159,165, 2003.

BOERSMA, J.G; VEEN, M.H.V.D; LAGERWEIJ, M.D; BOKHOUT, B; PRAHL-ANDERSEN, B. Caries Prevalence Measured with QLF after Treatment with Fixed Orthodontic Appliances: Influencing Factors. *Caries Research.*, v. 39, n.1, p.41-47, 2005.

BOLLEN, A; CUNHA-CRUZ, J; BAKKO, D.W; HUANG, G.J; HUJOEL, P.P. The effects of orthodontic therapy on periodontal health A systematic review of controlled evidence. *J Am Dent Assoc.*, v.139, n.4, p.413-422, 2014.

CHANG, H; WALSH, L; FREER, T. Enamel demineralization during orthodontic treatment. Aetiology and prevention. *Australian Dental Journal.*, v.42, n.5, p.322-327, 1997.

DERKS, A; KATSAROS; FRENCKEN, J; VAN'T HOF, M; KUIJPERS-JAGTMAN. Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances. A systematic review. *Caries Res.*, v.38, n.5, p.413-420, 2004.

DIAMANTI-KIPIOTI; GUSBERTI, F; LANG, NP. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances. *J Clin Periodontol.*, v.14, n.6, p. 326-333, 1987.

FREITAS, K; FREITAS, MR; JANSON, G; HENRIQUES, JF; PINZAN, A. Retrospective analysis of orthodontic treatment outcomes and its relation to postretention stability. *J Appl Oral Sci.*, v.14, n.5, p.324-329, 2006.

GARCEZ, A.S; BARROSA, L.C; FERNANDES, M.R.U; FUJII, D.N; SUZUKI, S.S; NEPOMUCENO, R. Fluorescence image and microbiological analysis of biofilm retained around healthy and inflamed orthodontic miniscrews. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy.*, v.30, n.1, p.1-5, 2020.

GOMEZ, G; ECKERT, G; ZANDONA, A. Orange/Red Fluorescence of Active Caries by Retrospective Quantitative Light-Induced Fluorescence Image Analysis. *Caries Res.*, v.50, n.3, p.295-302, 2016.

HILTCH, G; STEIER, L; FIGUEIREDO, JA. Enhanced Clinical Decision-Making and Delivery of Minimally Invasive Care Using the ICCMS4D Integrated with Hands-Free Fluorescence-Based Loupes and a Chemomechanical Caries Removal Agent. *Eur J Dent.*, v.17, n.4, p.1356-1362, 2023.

JANISZEWSKA-OLSZOWSKA; TOMKOWSKI, R; TANDECKA, K;
STEPIEN, P; SZATKIEWICZ, T; SPORNIAK-TUTAK, K;
GROCHOLEWICZ, K. Effect of orthodontic debonding and residual
adhesive removal on 3D enamel microroughness. *PeelJ.*, v.4, p.1-14, 2016.

JANISZEWSKA-OLSZOWSKA, J., SZATKIEWICZ, T.,
TOMKOWSKI, R., & TANDECKA, K. (2014). Effect of Orthodontic
Debonding and Adhesive Removal on the Enamel – Current Knowledge
and Future Perspectives – a Systematic Review. *Med Sci Monit.*, 20, 1991-
2001.

JABLONSKI-MOMENI, A; SAMBALE, J; GAERTTNER, L;
NOTHELFER, R; KORBMACHER-STEINER, H. Use of
bioluminescence measurements for detection of artificial demineralization
adjacent to orthodontic brackets. *J Orofac Orthop*, 2021.

KAAIJ, N.C.W.V; FAAIJ, M.J; CATE, J.M.C; VEEN, M.H.V. The
reproducibility of assessment of white spot lesions adjacent to orthodontic
brackets, with a quantitative light induced fluorescence digital camera at
different rotations of teeth – an in vitro study. *BMC Oral Health.*, v.18,
n.1, p.1-9, 2018.

KAMRAN, M.A; QASIM, M; UDEABOR, S.E; HAMEED, M.S; MANNAKANDATH, M.L; ALSHAHRANI, I. Impact of riboflavin mediated photodynamic disinfection around fixed orthodontic system infected with oral bacteria. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy.*, v.32, n.1, p. 1-5, 2021.

KIM, YS; KANG, SM; LEE, E; LEE, J; KIM B; KIM, BI. Ecological changes in oral microcosm biofilm during maturation. *J Biomed Opt.*, v.21, n.10, 2016.

KOZAK, U; SEKOWSKA, A; CHALAS, R. The Effect of Regime Oral-Hygiene Intervention on the Incidence of New White Spot Lesions in Teenagers Treated with Fixed Orthodontic Appliances. *Int J Environ Res Public Health.*, v.17, n.24, p.9460, 2020.

KUMAR, H; SHARMA, K; KUMARI, A; SINGH, S; NANDI, M.K; BANERJEE, K.L. Assessment of White Spots with Quantitative Light-Induced Fluorescence in Patients Undergoing Fixed Orthodontics. *J Pharm Bioallied Sci.*, v.13, n.1, p. 312-314, 2021.

LUNDSTROM, F; HAMP, S. Effect of oral hygiene education on children with and without subsequent orthodontic treatment. *Scand J Dent Res.*, v.88, n.1, p.53-59, 1980.

MAAITAH, E.F.A; ADEYEMI, A.A; HIGHAM, S.M; PENDER, N; HARRISON, J.E. Factors affecting demineralization during orthodontic treatment: a post-hoc analysis of RCT recruits. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v.139, n.2, p.181-191, 2011.

MALTAGLIATI, L; MONTES, L. Analysis of the factors that induce adult patients to search for orthodontic treatment. *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial.* v.12, n.6, p. 54-60, 2007.

MELLER, C; CONNERT, T; LÖST, C; ELAYOUTI, A. Reliability of a Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) for detecting tooth-colored restorations: an ex vivo comparative study. *Clin Oral Investig.*, v.21, n.1, p347-355, 2017.

MELLER, C; KLEIN, C. Fluorescence properties of commercial composite resin restorative materials in dentistry. *Dent Mater J.*, v.31, n.6, p.916-923, 2012.

MILLER, C.C; BURNSIDE, G; HIGHAM, S.M; NORAH L. FLANNIGAN, N.L. Quantitative Light-induced Fluorescence-digital as an oral hygiene evaluation tool to assess plaque accumulation and enamel demineralization in orthodontics. *Angle Orthod.*, v.86, n.6, p.991-997, 2016.

NANDA, R; KIERL, M. Prediction of cooperation in orthodontic treatment. *Am J Orthod.*, v.102, n.1, p.15-21, 1992.

OLIVEIRA, G; RITTER, A; HEYMANN, H; SWIFT JR, E; DONOVAN, T; BROCK, G; WRIGHT, T. Remineralization effect of CPP-ACP and fluoride for white spot lesions in vitro. *J Dent.*, v.42, n.12, p.1592-1602, 2014.

PRETTY, A; EDGAR, W.M; SMITH, PW; HIGHAM, S.M. Quantification of dental plaque in the research environment. *J Dent.*, v.33, n.3, p.193-207, 2005.

ROCHA, R.F, SALOMÃO, F.M; MACHADO, L.M; SUNDFELD, R.H; FAGUNDES, T.C. Efficacy of auxiliary devices for removal of fluorescent residue after bracket debonding. *Angle Orthod.*, v.83, n.3, p.440-447, 2017.

RUSTAN, G; LARSSON, E; OGAARD, B. Longitudinal changes in gingival condition in crowded and noncrowded dentitions subjected to fixed orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v.124, n.6, p.679-682, 2003.

SACHA RYF, S; FLURY, S; PALANIAPPAN, S; LUSI, A; MEERBEEK, B.A; ZIMMERLI, B. Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro. *Eur J Orthod.*, v.34, n.1, p.25-32,2012.

SADEQ, A; RISK, J; PENDER, N; HIGHAM, S; VALAPPIL, S. 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.*, v.12, n.2, p.232-237, 2015.

SANTINI, T; BAGATIN, RISTUM, C; NETTO, S; RODRIGUES, C. Oral hygiene in orthodontic treatment: importance of the motivation. *Rev. Fac. Odontol. Lins.*, v.11, n.1, p.51-57, 1998.

SCHOTT, T.C; CHRISTIAN MELLER, C. A new Fluorescence-aided Identification Technique (FIT) for optimal removal of resin-based bracket

bonding remnants after orthodontic debracketing. *Quintessence Int.*, v.49, n.10, p-809-813, 2018.

SEKINO S, RAMBERG P, UZEL NG, SOCRANSKY S, LINDHE J. Effect of various chlorhexidine regimens on salivary bacteria and de novo plaque formation. *J Clin Periodontol.*, v.30, n.10, p.919-925, 2003.

SIMONATO, L; TOMO, S; MIYAHARA, I; NAVARRO, R; VILLAVERDE, A. Fluorescence visualization efficacy for detecting oral lesions more prone to be dysplastic and potentially malignant disorders: a pilot study. *Photodiagnosis Photodyn Ther.*, v. 17, n.1, p.1-4, 2017.

STEIER. Reveal: Fluorescence Enhanced Theragnosis by Designs for Vision. *Eur J Dent.*, v.14, n.1, p. 186-188, 2020.

STEIER, L; SIDHU, P; QASIM, SS; MAHDI, SS; DAOOD U. Visualization of initial bacterial colonization on dentin using fluorescence activating headlight for fluorescence enhanced theragnosis. *Photodiagnosis Photodyn Ther.*, v. 38, 2022.

SREENIVASAN, PK; TAMBOS, G; GITTINS, E; NABIN N; GAFFAR, A. A rapid procedure to ascertain the antimicrobial efficacy of oral care formulations. *Oral Microbiol Immunol.*, v.18, n.6, p. 371-378, 2003.

SUNDARARAJ, D; VENKATACHALAPATHY, S; TANDON, A; PEREIRA, A. Critical evaluation of incidence and prevalence of white spot lesions during fixed orthodontic appliance treatment: A meta analysis. *J Int Soc Prev Community Dent.*, v.5, n.6, p-433-439, 2015.

TORSELLO, F; D'AMICO, G; STADERINI, E; MARIGO, L; CORDARO, M; CASTAGNOLA, R. Factors Influencing Appliance Wearing Time during Orthodontic Treatments: A Literature Review. *Appl Sci.*, v. 12, p. 7807, 2022.

VEEN, M.H.V; MATTOUSCH, T; BOERSMA, J.G. Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, v.131, n.2, p. 223-228, 2007.

VOLGENANT, C, ZAURA, E; BRANDT, B; BUIJS, M; TELLEZ, M; MALIK, G; ISMAIL, I; CATE, J; VEEN, M. Red fluorescence of dental

plaque in children — A cross-sectional study. *J Dent.*, v.58, p. 40-47, 2017.

VINISHDHARMA, T; GURUNATHAN, D; CHANDRASEKAR, S.
Evaluation of Plaque Index in Patient Receiving Multi-Bracket Fixed Appliance. *Research Journal of Pharmacy and Technology.*, v.11, p.8, p.3445, 2018

APÊNDICES

A. Comitê de Ética

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO / PRÓREITORIA
ACADÊMICA-PROACAD/UPF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Uso de um novo dispositivo emissor de luz ultra-violeta (Reveal) para avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie incipiente ao redor de braquetes ortodônticos

Pesquisador: FILIPE DO CARMO BONFANTE

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 72818823.9.0000.5342

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.515.846

Apresentação do Projeto:

Informações retiradas das informações básicas do projeto:

Resumo:

Esse estudo tem como objetivo avaliar o uso de um novo dispositivo emissor de luz ultra-violeta (Reveal) para avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie incipiente ao redor de braquetes ortodônticos. Trinta pacientes submetidos ao tratamento ortodôntico por, pelo menos, 1 ano, serão divididos em dois grupos (n=15), de acordo com o método de avaliação: G1 – avaliação visual; G2 – avaliação Reveal. Escores numéricos serão atribuídos de 0 a 4, de acordo com a ausência ou presença de biofilme, desmineralização e cárie incipiente ao redor dos braquetes ortodônticos na face vestibular dos elementos 13, 12, 11, 21, 22 e 23, sendo um total de 6 escores por paciente. No grupo controle, trinta pacientes não submetidos ao tratamento ortodôntico serão divididos nos mesmos 2 grupos (n=15), de acordo com o método de avaliação. Escores numéricos serão atribuídos de 0 a 1, de acordo com a ausência ou presença de biofilme, desmineralização e cárie incipiente na face vestibular dos elementos 13, 12, 11, 21, 22 e 23, sendo um total de 6 escores por paciente. O teste do coeficiente Kappa será realizado para calibração das leituras dos avaliadores. Os dados serão analisados por meio dos testes Kruskal-Wallis e Mann-Whitney U para comparações intergrupos ($p < 0,05$).

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4ª andar Centro Administrativo

Bairro: São José **CEP:** 99.052-900

UF: RS **Município:** PASSO FUNDO

Telefone: (54)33316-6157

E-mail: cep@upf.br

Página 01 de 05

Continuação do Parecer: 6.515.846

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o uso de um novo dispositivo emissor de luz ultra-violeta para avaliação da presença de biofilme em pacientes

Objetivo Secundário:

Avaliar o uso de um novo dispositivo emissor de luz ultra-violeta a desmineralização do esmalte e cárie incipiente em pacientes

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Existe a possibilidade de evento adverso térdico relacionado à lesão ocular pelo uso da luz fluorescente do dispositivo Reveal diretamente sobre o olho do pesquisador e do paciente (mas sem nenhum relato na literatura). Neste aspecto, a utilização de óculos de proteção ocular para o paciente e o profissional de saúde que está utilizando o Reveal, são as recomendações exigidas e propostas neste estudo.

Benefícios:

Em relação aos benefícios, o paciente submetido à pesquisa terá um diagnóstico preciso da lesão de cárie, caso esta esteja presente, identificando a mesma em estágios iniciais e evitando, dessa forma, intervenções mais invasivas nas estruturas dentárias.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Os pesquisadores pretendem avaliar se um dispositivo de luz ultravioleta consegue detectar cáries, biofilmes e desmineralização comparando com avaliação visual.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos obrigatórios foram apresentados.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O Comitê de Ética em Pesquisa em humanos (CEP) da Universidade de Passo Fundo considerou relevante a pesquisa. No parecer nº 6.307.794 foram apontadas pendências que já foram atendidas. E, no parecer nº 6.428.272 foram apontadas as pendências que não foram atendidas e que estão sendo novamente avaliadas nessa nova versão, conforme descrito abaixo:

2) Nas informações básicas do projeto, o objetivo primário é praticamente o mesmo do objetivo secundário.

PENDÊNCIA ATENDIDA

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 E-mail: cep@upf.br

Continuação do Parecer: 6.515.946

4) Revisar o cronograma tanto no projeto quanto nas informações básicas do projeto.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

5) No projeto, apresentar cálculo amostral que justifique o número de participantes.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

10) No TCLE, está descrito: "No entanto, são escassos os estudos na literatura referenciando o uso deste dispositivo na avaliação da presença de biofilme ao redor de braquetes ortodônticos e da efetividade na remoção de resina de composta após conclusão do tratamento ortodôntico, tornando justificável a realização do presente estudo." Porém em nenhum outro momento foi descrito que será usado o reveal na remoção de resina após a conclusão do tratamento. Revisar. O projeto e o TCLE devem estar em conformidade, e refletir o que realmente será realizado.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

11) No TCLE está descrito que será realizado uma profilaxia para verificar se a higiene ficou adequada, porém isso não está descrito na metodologia do projeto.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

12) Adicionar paginação no TCLE (1 de 3,....).

PENDÊNCIA ATENDIDA.

13) Adicionar os riscos no TCLE e os encaminhamentos que serão dados.

PENDÊNCIA ATENDIDA.

15) Anexar o TCLE para os pais de participantes acima de 12 anos e menores de 18 anos.

PENDÊNCIA ATENDIDA. Os pesquisadores optaram por incluir apenas participante maiores de 18 anos.

16) Adicionar termo de assentimento (TALE) para os menores de 18 anos e termo de consentimento aos pais e familiares (TCLE), além do TCLE ao participante maior de 18 anos.

PENDÊNCIA ATENDIDA. Os pesquisadores optaram por incluir apenas participante maiores de 18 anos.

Endereço: BR 285-Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 E-mail: cap@upf.br

Página 02 de 05

Continuação do Parecer: 6.515.946

17) A folha de rosto contém uma assinatura no campo Instituição proponente que está rasurada. Obter novo documento e anexar nova folha de rosto.

PENDÊNCIA ATENDIDA

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB - INFORMAÇÕES BÁSICAS DO_P ROJETO_2175305.pdf	25/10/2023 14:01:21		Aceito
Outros	respostaspendencias.docx	25/10/2023 13:59:52	FILIFE DO CARMO BONFANTE	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoDetalhado.docx	25/10/2023 13:59:09	FILIFE DO CARMO BONFANTE	Aceito
Folha de Rosto	folhaderostoju.docx	23/10/2023 13:50:28	FILIFE DO CARMO BONFANTE	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle.docx	23/10/2023 13:48:39	FILIFE DO CARMO BONFANTE	Aceito
Declaração de Pesquisadores	pesquisanaoiniciada.jpg	01/09/2023 13:49:00	FILIFE DO CARMO BONFANTE	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	insituttorhoden.jpg	19/07/2023 15:11:46	FILIFE DO CARMO BONFANTE	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PASSO FUNDO, 21 de Novembro de 2023

Assinado por:
Felipe Cittolin Abal
(Coordenador(a))

Endereço: BR 205- Km 202 Campus I - 4º andar Centro Administrativo
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 E-mail: cep@ufpe.br

B. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa "Uso de um novo dispositivo emissor de luz ~~ultra-violeta~~ (Reveal) para avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie incipiente ao redor de ~~braquetes~~ ortodônticos", de responsabilidade do pesquisador Dr. Matheus Albino Souza. Essa pesquisa se justifica porque a avaliação visual direta é o método mais utilizado para diagnosticar e quantificar a presença da placa bacteriana. Da mesma maneira, a desmineralização e presença de cárie são, normalmente, avaliadas pela visão direta, podendo ser criticada porque uma perda mineral considerável pode ser observada antes que uma mancha branca se torne visível. Para melhorar o diagnóstico de acúmulo de biofilme dental e desmineralização, demonstraram que o uso de luzes fluorescente e ~~ultra-violeta~~ é uma técnica apropriada para avaliar o acúmulo de placa, bem como a observação longitudinal da desmineralização. Recentemente, um dispositivo denominado ~~Reveal~~ (Designs for Vision, ~~Bohemia~~, NY, Estados Unidos), foi desenvolvido no intuito de aliar a magnificação do campo operatório e a emissão de fluorescência induzida por luz ~~ultra-violeta~~, trazendo inúmeros benefícios ao diagnóstico e tratamento na odontologia. No entanto, são escassos os estudos na literatura referenciando o uso deste dispositivo na avaliação da presença de biofilme ao redor de ~~braquetes~~ ortodônticos, bem como na avaliação de desmineralização e cárie incipiente.

O objetivo desta pesquisa é avaliar o uso de um novo dispositivo emissor de luz ~~ultra-violeta~~, denominado ~~Reveal~~ para avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie incipiente ao redor de ~~braquetes~~ ortodônticos, traçando um comparativo com o método visual, convencionalmente utilizado para fins de diagnóstico nestas situações.

A sua participação na pesquisa se oza em 1 encontro. De principio, sera necessario que voce se desloque até ao consultório, onde você já está indo corriqueiramente mensalmente durante 1 ano, após realizar a primeira avaliação para identificar a presença ou não de biofilme, realizaremos uma profilaxia para remover a placa dental observada e então colocaremos o dispositivo **Reveal** para avaliar de forma indireta a presença ou não de desmineralização e cárie incipiente ao redor dos **brackets** ortodônticos. São escassos os estudos na literatura referenciando o uso deste dispositivo na avaliação da presença de biofilme ao redor de **brackets**, na desmineralização e na avaliação de cárie incipiente, tornando justificável a realização do presente estudo.

Sua participação na presente pesquisa nos ajudará a compreender os benefícios do uso do dispositivo **Reveal** para melhor diagnóstico em todos os aspectos da odontologia. A geração deste conhecimento é importante tanto para a comunidade acadêmica e os cirurgiões-dentistas da área quanto para a comunidade em geral, podendo identificar uma opção para facilitar o diagnóstico do cirurgião dentista.

Gostaríamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, tendo você a liberdade de recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento, e exigir a retirada de sua participação da pesquisa sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Os resultados da pesquisa serão divulgados na forma de artigo científico, dissertação de mestrado e eventuais apresentações de trabalho em congressos da área. Em nenhuma dessas situações serão utilizados termos que possam levar à identificação dos participantes da pesquisa. Todos os participantes serão identificados por meio de números, de modo que os dados relacionados à sua identificação não serão divulgados, garantindo assim o sigilo e a confidencialidade dos dados.

Você terá a garantia de receber esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. Caso haja dúvidas sobre o comportamento dos pesquisadores ou sobre as mudanças ocorridas na pesquisa que não constam neste termo, e caso se considere prejudicado(a) na sua dignidade e autonomia, você pode entrar em contato com o pesquisador Matheus Albino Souza pelo número (54) 99970-0777, ou com o Curso de Odontologia da UPF pelo número (54) 3316-8402, no horário das 08h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-feira. O Curso de Odontologia da UPF está localizado no Prédio A7 do Campus I da UPF, na BR. 285, Bairro São José, Passo Fundo/RS.

Você também pode consultar o Comitê de Ética em Pesquisa da UPF pelo telefone (54) 3316-8157, no horário das 08h às 12h e das 13h30min às 17h30min, de segunda a sexta-

feira. O Comitê de Ética em pesquisa exerce papel consultivo e, em especial, educativo, para assegurar a formação continuada dos pesquisadores e promover a discussão dos aspectos éticos das pesquisas em seres humanos na comunidade. Existe a possibilidade de evento adverso teórico relacionado à lesão ocular pelo uso da luz fluorescente do dispositivo Reveal diretamente sobre o olho do pesquisador e do paciente (mas sem nenhum relato na literatura). Neste aspecto, a utilização de óculos de proteção ocular para o paciente e o profissional de saúde que está utilizando o Reveal, são as recomendações exigidas e propostas neste estudo. Caso seja comprovado eventual dano originado da pesquisa, você tem direito de buscar indenização. Dessa forma, se você concorda em participar da pesquisa como consta nas explicações e orientações acima, coloque seu nome no local indicado abaixo.

Desde já, agradecemos a sua colaboração e solicitamos a sua assinatura de autorização neste termo, que será também assinado pelo pesquisador responsável em duas vias, sendo que uma ficará com você e outra com o pesquisador.

Passo Fundo, _____ de _____ de _____

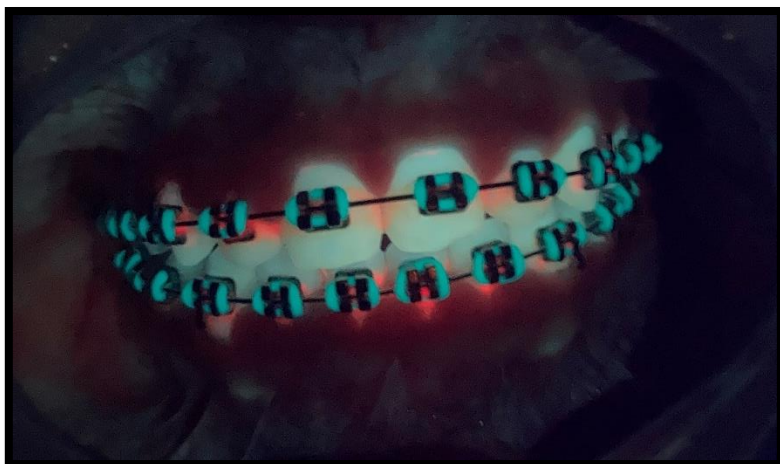
Nome do (a) participante: Filipe do Carmo Boufante

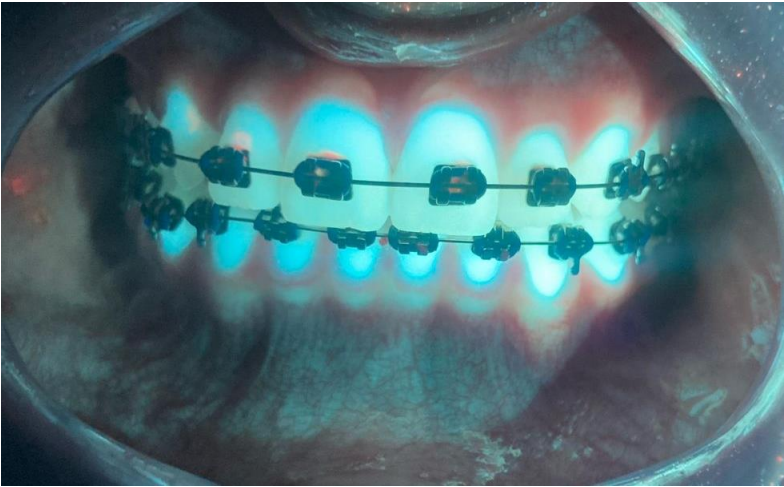
Assinatura: _____

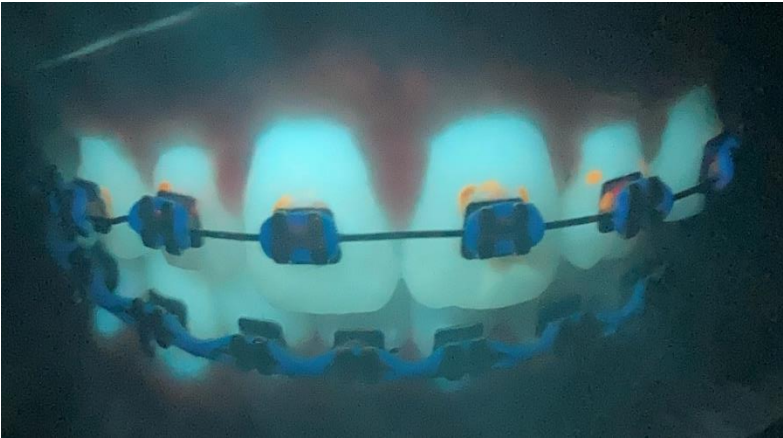
Nome do pesquisador: _____

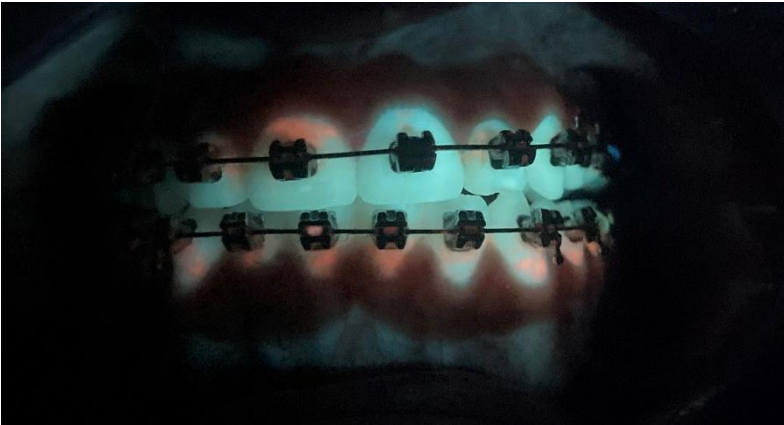
Assinatura: _____

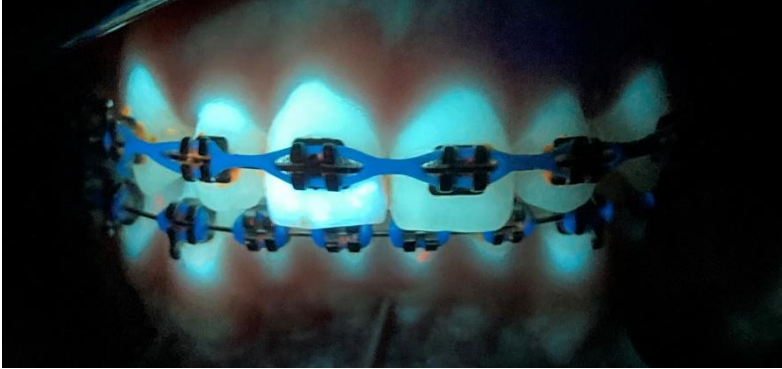
C. Imagens do dispositivo Reveal para avaliação da presença de biofilme, desmineralização e cárie, em pacientes com tratamento ortodôntico.

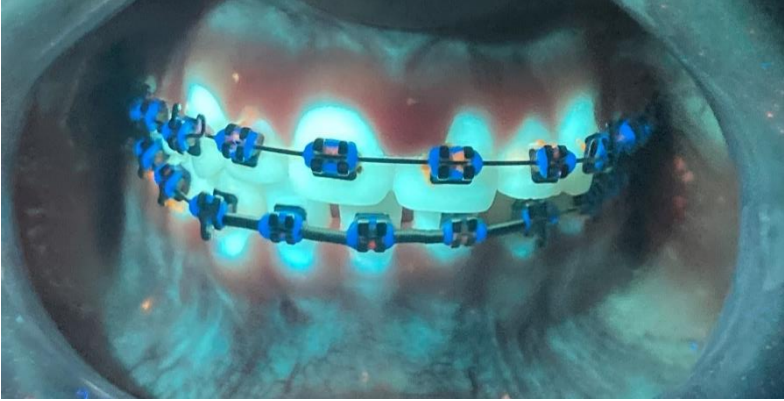


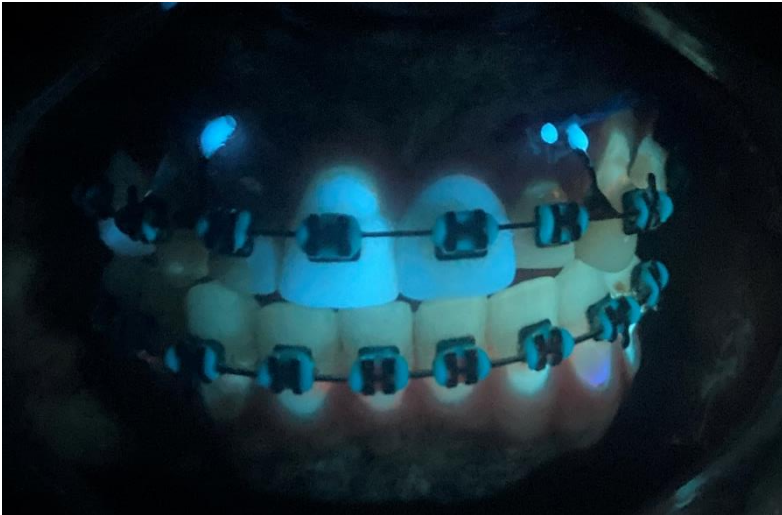












ARTIGO SUBMETIDO

Assessment of diagnostic accuracy of Reveal® autofluorescent dental loupes for detection of biofilm, demineralization, and caries around orthodontic brackets

Running Head: Autofluorescent dental loupes for oral diagnostic

Article Category: Original article

Matheus Albino Souza¹, Filipe do Carmo Bonfante¹, Fernando Kleinubing Rhoden², Gabriel Barcelos SÓ³, João Paulo de Carli¹, Pedro Henrique Corazza¹, Yuri Dal Bello¹, Liviu Steier^{4,5}, José Antonio Poli de Figueiredo³.

¹ School of Dentistry, University of Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brazil.

² Rhoden Institute, Passo Fundo, RS, Brazil.

³ School of Dentistry, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brazil.

⁴ School of Dental Medicine, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, United States.

⁵ Saveetha Dental College and Hospitals, Saveetha Institute of Medical and Technical Sciences, Chennai, India.

Corresponding Author: Matheus Albino Souza, Post-Graduate Program in Dentistry, University of Passo Fundo, BR 285/São José, Building A7, Suite 2, Zip code: 99052-900,

Passo Fundo-RS-Brazil. Telephone: +55 54 3316-8402. E-mail: matheus292@yahoo.com.br or matheussouza@upf.br

ABSTRACT

Objectives: to evaluate the diagnostic accuracy of Reveal[®] autofluorescent dental loupes for detecting biofilm, demineralization and caries around orthodontic brackets.

Methods: Sixty patients were selected, being thirty patients without orthodontic treatment (control group) and thirty patients undergoing orthodontic treatment (experimental group). The 30 patients without orthodontics treatment were clinically evaluated by two previously calibrated evaluators, who assessed the presence of biofilm, demineralization, and incipient caries on the buccal surface of the upper anterior teeth by using two methods: G1(n=30) – visual method; G2 (n=30) – Reveal[®] method. The 30 patients with orthodontic treatment were evaluated in the same way. In both control and experimental groups, a scoring system was assigned to evaluate the variables of the study. For statistical analysis, an average score value was calculated for each patient, adding the scores for each tooth and dividing by the number of teeth evaluated. Statistical comparison was performed by the

Wilcoxon Signed Ranks Test, comparing the visual and Reveal[®] methods ($\alpha=0.05$).

Results: the Reveal[®] method was more effective in detecting the presence of biofilm in the patients without orthodontic treatment ($p<0.05$), with no statistically significant differences to the visual method in the detection of demineralization and caries ($p>0.05$). Moreover, the Reveal[®] method was more efficient in detecting the presence of biofilm and demineralization in the patients with orthodontic treatment ($p<0.05$), with no statistically significant differences from the visual method in the detection of caries ($p>0.05$).

Conclusions: The Reveal[®] autofluorescent dental loupes were effective for detecting biofilm, demineralization and incipient caries around orthodontic brackets.

Clinical significance: the Reveal[®] device can assist in the early diagnosis of dental pathologies in orthodontic patients.

Key words: biofilm, caries, demineralization, diagnosis, fluorescence, orthodontics.

INTRODUCTION

Orthodontic treatment involves the movement of teeth and jaw bones, with the aid of brackets and wires that assist in this repositioning, with the main objectives being to restore occlusal balance, mastication function, and aesthetics to the patient (1). The average duration of orthodontic treatment ranges from 1 to 3 years, depending on the case, and the bonding of the orthodontic appliance represents a risk factor for poor oral hygiene due to the high accumulation of plaque around the brackets and orthodontic wires and the difficulty in cleaning these areas (2). Consequently, the demineralization of tooth enamel and the progression to dental caries can occur (3), as well as periodontal damage due to the significant presence of microbial biofilm (2). Therefore, early diagnosis of these pathological changes in dental tissues is essential for oral health maintenance.

The visual method is the most used resource to evaluate the oral hygiene standard of patients undergoing orthodontic

treatment. This is done through direct vision of the human eye, with the help of a front surface mirror and the conventional light source of the reflector, be it halogen or LED (4). However, this method can be considered subjective since the level of perception among professionals is different, and the initial stages of microbial biofilm accumulation, enamel demineralization, and incipient caries are difficult to detect (3). Furthermore, remineralization measures can only be used effectively if demineralization is detected initially (5). In this scenario, using more accurate auxiliary diagnostic resources is necessary to detect early and prevent the progression of these pathological lesions in orthodontic patients.

Fluorescence technology represents an innovative diagnostic resource that detects pathological lesions in tooth enamel (6). This involves the absorption and re-emission of light at different wavelengths, offering significant insights into mineralization variations in dental tissues (7). Furthermore, this technology refers to the intrinsic fluorescence emitted by biological tissues or microorganisms when exposed to light of a specific wavelength (8). Recently, the Reveal[®] autofluorescent dental loupes (Designs for

Vision, Bohemian, NY, United States) were developed, combining magnification and emission of fluorescent light. It has emerged as a valuable auxiliary method for detecting dental caries (9), cracked teeth (10), dental biofilm (11), oral potentially malignant disorders, and oral cancer (12). However, few studies reveal this device's effectiveness in detecting biofilm, demineralization, and caries around brackets in patients undergoing orthodontic treatment.

Thus, this study aimed to evaluate the diagnostic accuracy of Reveal[®] autofluorescent dental loupes for detecting biofilm, demineralization, and incipient caries around orthodontic brackets. The null hypotheses of this study were that Reveal[®] device (i) is less effective in detecting biofilm, (ii) demineralization, and (iii) incipient caries around orthodontic brackets when compared to the visual method.

MATERIAL AND METHODS

This study was approved by the local Research Ethics Committee (protocol 6.515.846) and registered at XXXXX for clinical studies (protocol X.XXX.XXX).

Sixty patients were selected for the present study: 30 patients with no orthodontic treatment (control group) and 30

patients with orthodontic treatment (experimental group). The BioEstat 5.0 statistical package (Fundação Mamirauá, Belém, PA, Brazil) was used to calculate the sample size, requiring a minimum of 12 patients per group to be included in the present study, considering a test power of 80% and alpha error of 5%, in order to estimate the sample size for analysed outcomes.

Among the inclusion criteria for both groups, patients aged ≥ 18 years with good general health were included in the present study. Furthermore, for the experimental group, patients undergoing orthodontic treatment for at least one year from the bracket bonding appointment and presenting orthodontic brackets on the upper anterior teeth were included in the present study. All potential participants were informed verbally and in writing, and they signed an informed consent form. Among the exclusion criteria for both groups, patients who had significant disabilities that affected manual dexterity or oral hygiene practice, who had been taking antibiotics in the last two months, or who refused to sign the informed consent form were excluded from the study.

The 30 patients of the control group (with no orthodontic treatment) were clinically evaluated by two previously

calibrated evaluators, who assessed the presence of biofilm, demineralization, and incipient caries on the buccal surface of upper anterior teeth using two methods:

Group 1 (n=30)—visual method: The visual field was dried using relative isolation, an air jet, and white LED light from the dental chair reflector.

Group 2 (n=30) – Reveal[®] method: by using relative isolation, visual field dried with jet air and autofluorescence induced by the Reveal[®] device (Designs for Vision, Bohemian, NY, United States). Figure 1 illustrates the Reveal[®] device.

Regarding the assessment of the presence of biofilm in both methods, a numerical score was assigned to each one of the six upper anterior teeth evaluated, obtaining six numerical scores per patient of each group, as follows:

Score 0: no presence of plaque (visual) or red fluorescent area (Reveal[®]) on the buccal surface of the dental element;
Score 1: presence of plaque (visual) or red fluorescent area (Reveal[®]) on the buccal surface of the tooth.

Regarding the assessment of the presence of demineralization in both methods, dental prophylaxis was carried out in order to remove the microbial biofilm. After

this, a numerical score was assigned to each one of the six upper anterior teeth evaluated, obtaining six numerical scores per patient of each group, as follows:

Score 0: There is no thick white spot (visual) or brown fluorescent area (Reveal[®]) on the buccal surface of the tooth;

Score 1: There is a thick white spot (visual) or brown fluorescent area (Reveal[®]) on the buccal surface of the tooth.

Regarding the assessment of the presence of incipient caries in both methods, a numerical score was assigned to each one of the six upper anterior teeth evaluated, obtaining six numerical scores per patient of each group, as follows:

Score 0: There is no decayed tissue (visual) or red/orange fluorescent area (Reveal[®]) on the buccal surface of the tooth;

Score 1: There is a decayed tissue (visual) or red/orange fluorescent area (Reveal[®]) on the buccal surface of the tooth.

The remaining 30 patients of the experimental group (with orthodontic treatment) were clinically evaluated by the same two previously calibrated evaluators, who assessed the presence of biofilm, demineralization, and incipient caries on the buccal surface of upper anterior teeth using the same two methods, as previously described, being G1 – visual method; and G2 - Reveal[®] method.

Regarding the assessment of the presence of biofilm in both methods, a numerical score was assigned to each one of the six upper anterior teeth evaluated, obtaining six numerical scores per patient of each group, as follows:

Score 0: no presence of plaque (visual) or red fluorescent area (Reveal[®]) around the orthodontic bracket on the buccal surface; Score 1: presence of plaque (visual) or red fluorescent area (Reveal[®]) on one of the four sides of the orthodontic bracket (25%); Score 2: presence of plaque (visual) or red fluorescent area (Reveal[®]) on two of the four sides of the orthodontic bracket (50%); Score 3: presence of plaque (visual) or red fluorescent area (Reveal[®]) on three of the four sides of the orthodontic bracket (75%); Score 4: presence of plaque (visual) or red fluorescent area (Reveal[®]) on all four sides of the orthodontic bracket (100%).

Regarding assessing the presence of demineralization in both methods, dental prophylaxis was carried out to remove the microbial biofilm. After this, a numerical score was assigned to each one of the six upper anterior teeth evaluated, obtaining six numerical scores per patient of each group, as follows:

Score 0: no presence of thick white spot (visual) or brown fluorescent area (Reveal[®]) around the orthodontic bracket on the buccal surface; Score 1: the presence of thick white spot (visual) or brown fluorescent area (Reveal[®]) on one of the four sides of the orthodontic bracket (25%); Score 2: the presence of thick white spot (visual) or brown fluorescent area (Reveal[®]) on two of the four sides of the orthodontic bracket (50%); Score 3: presence of thick white spot (visual) or brown fluorescent area (Reveal[®]) on three of the four sides of the orthodontic bracket (75%); Score 4: presence of thick white spot (visual) or brown fluorescent area (Reveal[®]) on all four sides of the orthodontic bracket (100%).

Regarding the assessment of the presence of incipient caries in both methods, a numerical score was assigned to each one of the six upper anterior teeth evaluated, obtaining six numerical scores per patient of each group, as follows:

Score 0: no presence of decayed tissue (visual) or red/orange fluorescent area (Reveal[®]) around the orthodontic bracket on the buccal surface; Score 1: presence of decayed tissue (visual) or red/orange fluorescent area (Reveal[®]) on one of the four sides of the orthodontic bracket (25%); Score 2: presence of decayed tissue (visual) or red/orange fluorescent

area (Reveal[®]) on two of the four sides of the orthodontic bracket (50%); Score 3: presence of decayed tissue (visual) or red/orange fluorescent area (Reveal[®]) on three of the four sides of the orthodontic bracket (75%); Score 4: presence of decayed tissue (visual) or red/orange fluorescent area (Reveal[®]) on all four sides of the orthodontic bracket (100%).

The Kappa coefficient test was performed to verify the reliability of the assessment between the calibrated evaluators. For statistical analysis, an average score value was calculated for each patient, adding the scores for each tooth and dividing by the number of teeth evaluated in the assessments of the presence of biofilm, demineralization, and incipient caries, both in the group of patients without orthodontic treatment and in the group of patients with orthodontic treatment. Statistical comparison was performed by the Wilcoxon Signed Ranks Test, comparing the visual and Reveal[®] device methods based on the establishment of a mean and standard deviation of the numerical score for both methods ($\alpha=5\%$). The Stat Plus AnalystSoft Inc. version 6.0 software (Vancouver, BC, Canada) was used to perform the statistical analysis.

RESULTS

The Kappa coefficient test showed agreement between observers ($k=0.9376$). The mean and standard deviation of the numerical scores for the visual and Reveal[®] methods in evaluating the presence of biofilm, demineralization, and caries in patients without and with orthodontic treatment, are expressed in Table 1 and Table 2, respectively. Figure 2 also demonstrates these results. The Reveal[®] method was more efficient in detecting the presence of biofilm in the patients without orthodontic treatment ($p<0.05$), with no statistically significant differences to the visual method in the detection of demineralization and incipient caries ($p>0.05$). Moreover, the Reveal[®] method was more efficient in detecting the presence of biofilm and demineralization in the patients with orthodontic treatment ($p<0.05$), with no statistically significant differences from the visual method in the detection of incipient caries ($p>0.05$). Figure 3 provides an illustration of images obtained by Reveal[®] autofluorescent dental loupes, revealing no pathological alteration on the dental surface, the presence of biofilm, the presence of demineralization, and the presence of incipient caries around orthodontic brackets.

DISCUSSION

The orthodontic treatment leads to correcting the occlusion appropriately without compromising the dental health and existing supporting tissues. Any change in this balance can affect the treatment (13). On the other hand, some factors motivate several patients to perform orthodontic treatment. Among these factors, a change in the positioning of the anterior teeth is desired, revealing a greater patient demand regarding aesthetics to the detriment of masticatory function (14,15). Furthermore, the duration of orthodontic treatment is fundamental to the success of this therapeutic modality in many cases, considering that long treatment periods are necessary to obtain satisfactory results regarding the return of aesthetics, occlusal balance, and masticatory functions (16). In this scenario, adequate hygiene and early diagnosis of any changes in the dental tissues are essential for maintaining patients' oral health during orthodontic treatment.

Patients undergoing orthodontic treatment have components that favor plaque retention on the tooth surface, such as brackets, bands, and orthodontic accessories (17). At the same time, some findings indicate that installing fixed orthodontic appliances significantly increases the number of

bacteria in tooth enamel, with *lactobacillus* and *streptococcus* species being especially detected (18). Furthermore, changes in the dental biofilm were observed after the installation of a fixed orthodontic appliance, with its structuring observed (19). As a consequence of the significant and progressive accumulation of plaque, an imbalance in the oral environment is created, potentially favoring the evolution of more invasive pathological changes, such as enamel demineralization, incipient caries, and gingival inflammation (20). Therefore, orthodontic patients face additional challenges in maintaining oral hygiene due to the presence of these accessories, requiring constant efforts to achieve acceptable levels of oral cleanliness. Likewise, it is the responsibility of the dental clinician to diagnose the significant accumulation of bacterial plaque early, helping with oral hygiene and preventing the evolution of pathological changes in dental tissues.

Patient cooperation during orthodontic treatment is essential to maintain satisfactory hygiene of tooth surfaces around orthodontic brackets. Considering this challenge, several approaches have been suggested, including preventive measures, communication methods, and guidance on frequency and hygiene techniques (20). Otherwise, there is a

greater propensity for the accumulation of bacterial plaque on tooth surfaces close to orthodontic accessories (21). In these cases, it is essential to identify areas with more susceptibility to biofilm accumulation, defining preventive and therapeutic strategies that avoid the evolution of pathological changes on these surfaces. In this proposal, visual resources are the most used method for diagnosis. However, it presents limited sensitivity, subjectivity in interpretation, visual limitation in areas that are difficult to access, and the human eye's limit provides low magnification of the operative field (22). For these reasons, the present study proposed the use of a new alternative in the scope of diagnosis in order to detect pathological changes around orthodontic brackets.

Recently, the Reveal[®] device (Designs for Vision, Bohemian, NY, United States) was developed, offering benefits to the diagnosis and treatment of pathological changes in the oral cavity (7). It presents itself as a pair of glasses containing a magnifying glass and a fluorescent light-emitting source attached to the glasses, increasing the visualization of the operative field by 2.5 times and emitting a fluorescent light directed towards the operative field (23). When the light is activated, the device can induce

photoluminescence due to the intrinsic fluorescence characteristics of the tooth structure that reflect demineralization. Furthermore, it induces the bioluminescence of bacterial components and by-products, making it possible to diagnose microorganisms when they are in total activity (7,24,25). In this way, relevant visual information is provided to support clinical decisions in several areas of dentistry, from diagnosis to treatment completion. Unlike other fluorescent light-emitting resources, the Reveal® presents easy portability, hands-free design, and the benefit of high-precision magnification, offering a practical solution for clinical applications. For these reasons, the present study used the chosen method to evaluate the presence of biofilm, demineralization, and incipient caries around orthodontic brackets.

Given the characteristics and ability of the presented device (23), the present study proposed a comparison between the visual method and the Reveal® method, evaluating the effectiveness of both methods in detecting the presence of active microbial biofilm, enamel demineralization, and incipient caries in patients undergoing orthodontic treatment. The creation of a control group was not to compare the groups

without and with orthodontic treatment. Instead, it was done to provide a basis for evaluation, helping to control external variables and minimize biases, being of fundamental importance to guarantee the validity and reliability of the results of the present study. Furthermore, the region of the upper anterior teeth was chosen for the present evaluation due to ease of access and observation, as well as because, in some cases, patients do not have any of their posterior teeth, which would make sample composition difficult. Considering the existence of a more accurate method for detecting the pathological changes that were evaluated, the therapeutic procedure can also be carried out with fluorescence guidance, since the removal of the bacterial biofilm, as well as the various tissues (23-25). In this way, it is possible to preserve the healthy dental structure and avoid more invasive interventions without the need for them.

According to the results of the present study, the Reveal[®] device was more efficient in detecting the presence of microbial biofilm, both in the group of patients without orthodontic treatment and in the group of patients undergoing orthodontic treatment. These findings reject the first null hypothesis of the present study. In addition to the

magnification of the operative field, which enhances the visualization ability of the microbial biofilm, bacteria irradiated with the device's fluorescent light emit photons in the orange wavelength range due to the presence of porphyrin derivatives in their structural composition, which is a class of organic compounds present in all living bacterial cells (26). Additionally, it was observed that the more mature biofilm emits an orange color when it is active (22,25,27), corroborating the present study's findings. Due to the fluorescent properties of the porphyrins, active microbial biofilm is easily identified when present by visualizing orange fluorescent areas around orthodontic brackets when using the Reveal® device. This does not occur when we use the visual method, which, in addition to providing a restricted view of the operative field due to the limitations of the human eye, does not present the ability to visualize these forms of irradiation that facilitate the identification of the microbial biofilm. It helps explain the results of the present study.

When the Reveal® device is used, enamel demineralization appears in the form of a brown color. This occurs due to the increased dispersion of the fluorescent light emitted by the Reveal® device over the affected tissue,

resulting in the visualization of brown coloration in these demineralized areas (9,28,29). According to the results of the present study, the Reveal[®] device was more efficient in detecting the presence of enamel demineralization in the group of patients undergoing orthodontic treatment. These findings reject the second null hypothesis of the present study. In addition to the reasons previously mentioned that explain greater diagnostic accuracy of changes in dental tissues using the Reveal[®] device, the fact of the diagnostic difficulty of the visual method is added. The presence of biofilm and white spots, indicating the initial stages of enamel demineralization, are confused in the visual method, making the diagnosis even more limited. Therefore, by simply visualizing brown fluorescent areas, the diagnosis of enamel demineralization is more effective using the Reveal[®] device, as observed in the present study. On the other hand, no significant differences were observed between the visual method and the Reveal[®] method in detecting demineralization in patients without orthodontic treatment. It can be explained by the fact that anterior teeth are easier to clean when compared to posterior teeth, especially when these patients do not have additional

biofilm retainers, such as brackets and orthodontic accessories.

According to previous studies, directing a fluorescent light source at a specific wavelength over decayed tissue with active microorganisms induces a reflection of a red/orange color. The reflection of this color is also due to the presence of porphyrins in the structural components of bacteria responsible for the development of caries disease (9,25,27,28,29). Given the above, using the Reveal[®] device in the present study could bring greater accuracy in detecting incipient caries in both patient groups, whether they are undergoing orthodontic treatment or not. However, despite those above red/orange irradiations in some of the patients evaluated, no significant differences were observed in the visual method for this purpose in both evaluated groups. These findings confirm the third null hypothesis of the present study. It can also be explained by the previously explained reasons, where greater anterior teeth cleaning brings a lower incidence of more aggressive pathological changes in these regions, as observed in the incipient caries evaluation. It is possible that the Reveal[®] device would bring more precision in the detection and delimitation of incipient caries in

posterior teeth or even in the more advanced stages of this pathological alteration on dental enamel. Thus, it would be possible to conservatively remove the infected tissue and provide excellent preservation of the healthy dental structure by using the Reveal[®] autofluorescent dental loupes.

Regarding the limitations of the present study, it was observed that patients tend to clean their front teeth more frequently and more effectively due to easy visualization and easy access during the brushing process. This scenario may have influenced the present study's results, especially in assessing the presence of incipient caries. Additional studies on posterior teeth are suggested, where the evaluation results may present a more significant difference when comparing the two methods. Furthermore, patients with red/orange bandages around the orthodontic brackets made the photographic records in the present study difficult.

The present study represents a relevant clinical contribution to the Orthodontic specialist, bringing advances in the diagnosis of the presence of biofilm in patients undergoing orthodontic treatment, as high levels of orange fluorescence around orthodontic brackets when using the Reveal[®] device can be an effective indicator of the

progression of bacterial lesions in dental tissues. Furthermore, early detection can help stop the progression of these lesions (22) through more conservative therapeutic approaches guided by magnification and fluorescent irradiation of the operative field. Therefore, the inclusion of the Reveal[®] device represents a valuable tool for the orthopedics specialist to perform therapeutic procedures with the emission of fluorescent light and magnification of the operative field without the use of hands and without inducing tissue aggression.

CONCLUSIONS

Despite the limitations of the present study, the Reveal[®] autofluorescent dental loupes were effective for detecting biofilm, demineralization, and incipient caries around orthodontic brackets.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of Interest: Dr. Steier owns IP rights on the Reveal[®] autofluorescent dental loupes. The rest of the authors claim no conflicts of interest. The rest of the authors have no

financial affiliation (e.g., employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultantships, patent licensing arrangements, or honoraria) or involvement with any commercial organization with a direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past three years. Any other potential conflict of interest is disclosed.

Ethical Approval: All applicable international, national, and/or institutional guidelines were followed.

Funding: The work needed more financial support.

Informed consent: Informed consent was obtained from all human participants included in the study.

REFERENCES

1. Kamran MA, Qasim M, Udeabor SE, Hameed MS, Mannakandath ML, Alshahrani I. Impact of riboflavin mediated photodynamic disinfection around fixed orthodontic system infected with oral bacteria. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2021 Jun;34:102232.
2. Bollen AM, Cunha-Cruz J, Bakko DW, Huang GJ, Hujoel PP. The effects of orthodontic therapy on

- periodontal health: a systematic review of controlled evidence. *J Am Dent Assoc.* 2008 Apr;139(4):413-22.
3. Sundararaj D, Venkatachalapathy S, Tandon A, Pereira A. Critical evaluation of incidence and prevalence of white spot lesions during fixed orthodontic appliance treatment: A meta-analysis. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2015 Nov-Dec;5(6):433-9.
 4. 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 Nov;86(6):991-997.
 5. van der Kaaij NCW, Faaij MJ, Ten Cate JM, van der Veen MH. The reproducibility of assessment of white spot lesions adjacent to orthodontic brackets, with a quantitative light induced fluorescence digital camera at different rotations of teeth - an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2018 Dec 11;18(1):209.
 6. Liu Z, Goodwin M, Ellwood RP, Pretty IA, McGrady M. Automatic detection and classification of dental

- fluorosis in vivo using white light and fluorescence imaging. *J Dent.* 2018 Jul;74 Suppl 1:S34-S41.
7. Steier L, Figueiredo JAP, Blatz MB. Fluorescence-Enhanced Theragnosis: a Novel Approach to Visualize, Detect, and Remove Caries, *Compendium* 2021; 42 (8).
 8. Datta R, Heaster TM, Sharick JT, Gillette AA, Skala MC. Fluorescence lifetime imaging microscopy: fundamentals and advances in instrumentation, analysis, and applications. *J Biomed Opt.* 2020 May;25(7):1-43.
 9. Kim ES, Lee ES, Kang SM, Jung EH, de Josselin de Jong E, Jung HI, Kim BI. A new screening method to detect proximal dental caries using fluorescence imaging. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2017 Dec;20:257-262.
 10. Jun MK, Park SW, Lee ES, Kim BR, Kim BI. Diagnosis and management of cracked tooth by quantitative light-induced fluorescence technology. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019 Jun;26:324-326.
 11. Joseph B, Gopalakrishnan S, Alamoudi RA, Alamoudi RA, Pachathundikandi SK, Alotaibi RN,

- Anil S. Detection of invisible dental biofilm using light-induced autofluorescence in adult patients-A systematic review. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022 Sep;39:102916.
12. Tomo S, Miyahara GI, Simonato LE. History and future perspectives for the use of fluorescence visualization to detect oral squamous cell carcinoma and oral potentially malignant disorders. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2019 Dec;28:308-317.
 13. Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning–Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;103:395–411.
 14. Bos A, Hoogstraten J, Prahl-Andersen B. Expectations of treatment and satisfaction with dentofacial appearance in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003 Feb;123(2):127-32.
 15. Sayers MS, Newton JT. Patients' expectations of orthodontic treatment: part 2--findings from a questionnaire survey. *J Orthod.* 2007 Mar;34(1):25-35.

16. de Freitas KM, de Freitas MR, Janson G, Pinzan A, Henriques JF. Retrospective analysis of orthodontic treatment outcomes and its relation to postretention stability. *J Appl Oral Sci.* 2006 Oct;14(5):324-9.
17. Derks A, Katsaros C, Frencken JE, van't Hof MA, Kuijpers-Jagtman AM. Caries-inhibiting effect of preventive measures during orthodontic treatment with fixed appliances. A systematic review. *Caries Res.* 2004 Sep-Oct;38(5):413-20.
18. Diamanti-Kipiotti A, Gusberti FA, Lang NP. Clinical and microbiological effects of fixed orthodontic appliances. *J Clin Periodontol.* 1987 Jul;14(6):326-33.
19. Chang HS, Walsh LJ, Freer TJ. Enamel demineralization during orthodontic treatment. Aetiology and prevention. *Aust Dent J.* 1997 Oct;42(5):322-7.
20. Kozak U, Sękowska A, Chałas R. The Effect of Regime Oral-Hygiene Intervention on the Incidence of New White Spot Lesions in Teenagers Treated with Fixed Orthodontic Appliances. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 Dec 17;17(24):9460.

21. Sadeq A, Risk JM, Pender N, Higham 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 Photodyn Ther.* 2015 Jun;12(2):232-7.
22. Felix Gomez G, Eckert GJ, Ferreira Zandona A. Orange/Red Fluorescence of Active Caries by Retrospective Quantitative Light-Induced Fluorescence Image Analysis. *Caries Res.* 2016;50(3):295-302.
23. Steier L. Reveal: Fluorescence Enhanced Theragnosis by Designs for Vision. *Eur J Dent.* 2020 Feb;14(1):186-188.
24. Hiltch G, Steier L, de Figueiredo JAP. Enhanced Clinical Decision-Making and Delivery of Minimally Invasive Care Using the ICCMS4D Integrated with Hands-Free Fluorescence-Based Loupes and a Chemomechanical Caries Removal Agent. *Eur J Dent.* 2023 Oct;17(4):1356-1362.
25. Steier L, Sidhu P, Qasim SS, Mahdi SS, Daood U. Visualization of initial bacterial colonization on

- dentin using fluorescence activating headlight for fluorescence enhanced theragnosis. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2022 Jun;38:102732.
26. Angelino K, Shah P, Edlund DA, Mohit M, Yauney G. Clinical validation and assessment of a modular fluorescent imaging system and algorithm for rapid detection and quantification of dental plaque. *BMC Oral Health.* 2017 Dec 28;17(1):162.
27. van der Veen MH, Mattousch T, Boersma JG. Longitudinal development of caries lesions after orthodontic treatment evaluated by quantitative light-induced fluorescence. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007 Feb;131(2):223-8.
28. 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 Photodyn Ther.* 2017 Mar;17:1-4.
29. Volgenant CM, Zaura E, Brandt BW, Buijs MJ, Tellez M, Malik G, Ismail AI, Ten Cate JM, van der Veen MH. Red fluorescence of dental plaque in children -A cross-sectional study. *J Dent.* 2017 Mar;58:40-47.

Figure 1: Illustration of Reveal[®] autofluorescent dental loupes.

Figure 2: graph revealing mean and standard deviation of the numerical scores for the visual and Reveal[®] methods in evaluating the presence of biofilm, demineralization and caries, in patients without and with orthodontic treatment.

Figure 3: Images obtained by Reveal[®] autofluorescent dental loupes revealing (A) no pathological alteration on dental surface; (B) presence of biofilm; (C) presence of demineralization; (D) presence of incipient caries around orthodontic brackets.

Authors' contributions section

Matheus Albino Souza - supervising all experimental tests and writing the article.

José Antonio Poli de Figueiredo - supervising all experimental tests

Liviu Steier - supervising all experimental tests.

Filipe do Carmo Bonfante - performing all experimental tests.