Efeitos da alta irradiância em baixos tempos de exposição de luz na adesão e propriedades físicomecânicas de attachments de resina composta

Palavras-Chave: Fotopolimerização-1, Attachment-2, Adesão-3

Autores(as):

Renan Alves e Cavalheiro – Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Cíntia Moreira Gonçalves - Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Mirko Alejandro Riveros Aguilera – Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Victor Passamani Marques – Faculdade de Odontologia de Piracicaba

Prof. Dr. Eduardo César Almada Santos - Faculdade de Odontologia de Piracicaba

INTRODUÇÃO

Com os avanços em softwares e equipamentos de manufatura, a tecnologia de Desenho e Fabricação Assistidos por Computador (CAD/CAM) tem permitido uma ampla gama de aplicações em diversas áreas, incluindo a Ortodontia (1,2). Os alinhadores estéticos são dispositivos personalizados feitos de plástico transparente, utilizados para corrigir má oclusão dentária (1,2). Um conjunto de alinhadores, substituídos periodicamente, aplica uma força suave nos dentes, promovendo seu movimento gradual em direção à posição desejada (3). Além disso, permitem que o paciente os remova para higienização e alimentação. Apesar de suas vantagens, é importante ressaltar que os alinhadores estéticos atendem a solução de uma gama de casos, mas não são adequados para todos os problemas ortodônticos (4).

O tratamento com alinhadores transparentes necessita usualmente do uso de auxiliares para melhorar a eficácia do movimento ortodôntico (5,6). Os *attachments* são transdutores de força que melhoram a biomecânica dos alinhadores invisíveis (5,6). Geralmente, são confeccionados de resina fotopolimerizada e situados na superfície do dente, otimizando a retenção do alinhador e para obter movimentos ortodônticos anteriormente considerados incapazes de serem realizados com os alinhadores estéticos (5,6). Essa otimização do movimento é obtida através da melhoria da área de contato e de uma melhor aplicação do sistema de forças (5,6).

No entanto, a eficácia dos *attachments* e sua durabilidade dependem significativamente de uma polimerização adequada, a qual é influenciada pela energia luminosa emitida pelos aparelhos fotopolimerizadores e pela habilidade técnica do profissional (5-7). É crucial enfatizar que uma polimerização eficiente não apenas assegura a adesão dos *attachments*, mas também aprimora as propriedades da resina, tais como sua dureza (7). Quando a resina é adequadamente polimerizada, ela apresenta uma estrutura molecular mais estável, resultando em uma restauração mais resistente (7). A utilização de uma fotopolimerização eficaz, com alta irradiância e menor

tempo de exposição, torna-se não apenas uma prática recomendada, mas fundamental para diminuir as chances de contaminação por fluidos, além da otimização do procedimento, minimizando o viés do operador (8).

Essencialmente, esse estudo visa submeter os *attachments* de resina composta a um menor tempo de exposição do fotopolimerizador de alta irradiância, culminando em um menor tempo de trabalho, o que é favorável para otimização dos procedimentos diminuição de falhas transoperatórias.

METODOLOGIA:

1.1 Desenho do estudo

Serão avaliados dois fatores, sendo o tempo de exposição e diferentes aparelhos de fotoativação dos attachments em três níveis: 1) Fotoativação com fotopolimerizador Valo (Ultradent, Indaiatuba, São Paulo, Brasil) em 3, 5 e 10 segundos, 2) Fotoativador Bluephase (Ivoclar, Barueri, São Paulo) 3, 5 e 10 segundos, e 3) Fotopolimerizador Elipar (3M, Sumaré, São Paulo), em 3, 5 e 10 segundos.

1.2 Delineamento Experimental

A amostra será composta por 90 dentes bovinos, previamente submetidos à raspagem manual com cureta periodontal (SS White Duflex, Juiz de Fora, MG, Brasil) e ao polimento com pasta de pedra pomes e água. Para assegurar que os dentes selecionados são íntegros, serão analisados em etereomicroscópico (Carl Zeiss Inc, Oberkochen, Germany) em 20x para excluir fatores como trincas de esmalte. Os dentes serão armazenados em solução de água destilada e cloramina T 1% (Merck KGaA, Darmstand, Alemanha) a 4°C por no máximo 3 meses.

Para preparo dos espécimes, a raiz será separada da coroa na junção cemento-esmalte com auxílio de um disco de diamante acoplado em cortadeira de precisão (Isomet 1000, Manassas, Virginia, Estados Unidos). A polpa será removida e a câmara pulpar selada com material obturador provisório (Coltosol – Coltene; Maringá, Paraná, Brasil).

Um cano plástico de ¾ de polegada (Metalbras – Concord Ltda, Caieras, São Paulo, Brasil) será cortado de modo a obter 45 anéis de 2cm de altura cada, sendo o fundo de cada cilindro vedado com cera rosa n°7 (Lysanda, São Paulo, São Paulo, Brasil). Os dentes serão inclusos nestes cilindros com a face palatina voltada para a cera e a vestibular livre para colagem dos braquetes ortodônticos. Ao redor do dente, o anel plástico será preenchido com resina acrílica e após sua polimerização, as matrizes serão imersas em recipientes com água deionizada em aparelho de ultrassom por 2 minutos a fim de refinar a limpeza da face vestibular do esmalte.

Por fim, os espécimes serão planificados na politriz (Arotec S/A Ind. São Paulo, Brasil) com lixas de granulação #600 por 30 segundos cada, e polidos na lixa de granulação #1200 e #2000 pelo mesmo tempo.

1.3 Colagem do attachments

Em cada amostra serão confeccionados 4 cilindros (1,5 mm de diâmetro x 1mm de altura) com resina flow Beautfull 00 (Shofu, São Paulo, São Paulo) utilizando matriz de silicone por adição de viscosidade leve (Express, 3M ESPE). Após preenchimento da matriz, um dispositivo de plástico da mesma e espessura do linhador 00 ClearCorrect (Strauman, Curitiba, Paraná) com espessura de 0.762 mm será colocado e pressionada sobre a resina com carga

estática de 50 g por 1 minuto. As amostras serão fotoativadas em tempos de 3, 5 e 10 segundos, e serão armazenadas em água deionizada em estufa microbiológica (7Lab; Rio de Janeiro, RJ, Brasil) a 37°C por 24 horas.

1.4 Resistência adesiva ao microcisalhamento (RAM)

O teste de resistência mecânica ao micro cisalhamento será realizado em máquina universal de ensaios (Instron; modelo 4411, Canton, MA, EUA) com célula de carga de 500 kgf. Os cilindros de cimento resinoso, alinhados com a célula de carga durante o ensaio, serão tracionados com fio de aço inoxidável de 0,2 mm de diâmetro (Morelli, Sorocaba, SP, Brasil) colocado na interface cimento resinoso-cerâmica. A força de tração será aplicada com velocidade de 1 mm/minuto até ocorrer falha (Fornazari et al., 2020)

1.5 Ensaio de Microdureza.

Para os ensaios de microdureza Knoop (kgf/mm2), um equipamento para teste de dureza digital (HMV-2000; Shimadzu, Tóquio, Japão) será usado, aplicando uma carga de 50gf por 10s. Os espécimes serão fixados sobre uma placa de cera e posicionados no equipamento. Na região da superfície, duas indentações serão feitas na superfície de cada espécime, com uma distância mínima de 500 µm entre cada indentação.

1.6 Análise Estatística

Os resultados adquiridos foram postos à análise nos testes Shapiro e Levene, contudo por não atender as pressuposições de homogeneidade e normalidade, foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis e ao teste Dunn bonferroni para comparação entre os grupos. No que tange a microdureza, os resultados adquiridos foram postos à análise nos testes Shapiro e Levene, contudo por não atender as pressuposições de homogeneidade e normalidade, foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis e ao teste de Pós HOC Benjamini Hochberg para comparação entre os grupos. Para comparar os valores do topo com os valores da base os resultados adquiridos foram postos à análise nos testes Shapiro e Levene, contudo por não atender as pressuposições de homogeneidade e normalidade, foram submetidos ao teste de Mann Whitney. Todas as análises foram realizadas ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS e DISCUSSÃO:

Conforme apresentado na Tabela 1, os resultados obtidos indicam que tanto o tempo de fotoativação quanto o tipo de aparelho fotopolimerizador têm um impacto significativo nas propriedades adesivas dos attachments. Foi observado que os grupos submetidos à fotoativação por 10 segundos apresentaram, em termos gerais, uma resistência adesiva superior quando comparados aos grupos que receberam fotoativação de apenas 5 segundos. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa. Por outro lado, ao comparar os grupos submetidos a 5 segundos de fotoativação com aqueles ativados por 3 segundos, foi constatada uma diferença estatisticamente significativa na resistência adesiva, com os grupos de 5 segundos mostrando desempenho superior. Importante ressaltar que esses resultados foram consistentes, independentemente do aparelho fotopolimerizador utilizado, reforçando a importância do tempo de fotoativação como um fator decisivo na otimização das propriedades adesivas dos attachments.

Tabela 1. Mediana da resistência ao microcisalhamento *(Mpa)* em função do tempo dos fotoatiavação de attachments de resina composta.

Grupo	Tempo (s)	Mediana resistência ao cisalhamento (IQR)
Blue	3	25,5 (2,1) [C]
	5	31,0 (2,9) [AB]
	10	47,5 (4,0) [A]
Valo	3	27,8 (2,1) [C]
	5	31,1 (2,3) [AB]
	10	40,4 (9,1) [AB]
Elipar	3	26,1 (4,6) [C]
	5	29,4 (2,7) [B]
	10	44,0 (4,3) [A]

Letras diferentes indicam difença estatística entre os grupos.

No presente estudo, como mostrado na Tabela 2, também é possível verificar que os maiores valores de mediana, tanto no topo, quanto na base, são obtidos na fotopolimerização em 10 segundos, independente do aparelho utilizado. Verifica-se também valores de topo possuem diferença estatística significativa quando comparado com grupo Bluephase, submetido ao tempo de 3 segundos de fotoativação, contudo, ao comparar os demais grupos, não se verifica uma diferença estatística significativa. No que tange os valores de base, não há diferença estatística significativa quando se compara os grupos nos diferentes tempos de fotoativação. Quando se compara os valores do Topo com os valores da Base, verifica-se que a mediana dos valores de dureza Knoop do Topo é diferente da mediana da dureza knoop da Base ($p<0,05$).

Tabela 2. Mediana da microdureza knoop do topo e base em função do tempo dos fotoatiavação de attachments de resina composta.

Grupo	Tempo (s)	Mediana Topo (IQR)	Mediana Base (IQR)
Blue	3	11,2 (5,6) [B]	6,1 (1,4) [A]
	5	18,1 (2,1) [AB]	3,65 (1,4) [A]
	10	30,16 (12,8) [AB]	4,9 (0,6) [A]
Valo	3	32,75 (3,6) [AB]	4,22 (0,9) [A]
	5	41,01 (11,1) [A]	2,58 (0,4) [A]
	10	37,53 (5,2) [A]	3,69 (5,6) [A]
Elipar	3	15,56 (6,3) [AB]	1,34 (1,1) [A]
	5	34,02 (3,6) [AB]	2,05 (0,7) [A]
	10	37,69 (2,9) [A]	4,16 (2,4) [A]

Letras diferentes indicam difença estatística entre os grupos (comparação em uma mesma coluna).

O uso de alinhadores transparentes geralmente requer recursos auxiliares para potencializar a eficácia dos movimentos ortodônticos (5,6). Entre esses recursos, os attachments destacam-se como importantes transdutores de força que otimizam a biomecânica dos alinhadores estéticos (5,6). Normalmente fabricados com resina fotopolimerizável, esses dispositivos são aplicados na superfície dentária com a finalidade de melhorar a retenção do alinhador e viabilizar movimentos dentários que antes eram considerados inviáveis com esse tipo de aparelho (5,6). Entretanto, a eficiência e a durabilidade dos attachments estão diretamente relacionadas à qualidade da sua polimerização, que depende tanto da intensidade luminosa dos aparelhos fotopolimerizadores quanto da habilidade técnica do profissional responsável pelo procedimento (5–7).

A redução excessiva do tempo de fotoativação, compromete a resistência dos attachments, como verificado pelo parâmetro de resistência adesiva ao microcisalhamento, apresentando uma diferença estatística significativa quando se compara os grupos submetidos a 3 segundos de fotoativação com os grupos submetidos a 5 e 10 segundos, independente do aparelho utilizado. Além disso, é possível verificar que mesmo ao reduzir o tempo de fotoativação, não se afeta a microdureza dos attachments de maneira significativa, tanto ao avaliar os valores do topo e da base dos mesmos, mesmo com diferentes aparelhos, apesar dos valores obtidos com maior tempo serem maiores. Dessa forma, sugere-se que a redução excessiva do tempo de fotoativação compromete a eficácia do attachment no que tange os parâmetros adesivos, afetando assim, o tratamento ortodôntico, evidenciando que ao optar por um tempo de fotoativação ligeiramente maior seja o caminho mais viável para manter a eficácia do tratamento.

CONCLUSÕES:

Conclui-se que a redução do tempo da alta irradiância afeta as propriedades adesivas dos attchments, principalmente no que tange a resistência adesiva ao microcisalhamento. A utilização de tempos reduzidos de fotoativação, especialmente com aparelhos de menor intensidade luminosa ou feixe menos colimado, pode comprometer a adesão dos attachments, tanto na superfície de topo quanto na base. Considerando a importância desses elementos na movimentação dentária com alinhadores transparentes, recomenda-se o uso de tempos de fotoativação de pelo menos 10 segundos com aparelhos de alta performance para garantir a longevidade e eficácia dos attachments.

BIBLIOGRAFIA

1. Bichu YM, Alwafi A, Liu X, Andrews J, Ludwig B, Bichu AY, et al. Advances in orthodontic clear aligner materials. Bioact Mater. 2023;22(September 2022):384–403.

2. AlMogbel AM. Clear Aligner Therapy: Up to date review article. J Orthod Sci. 2023;12(1):37.

3. Upadhyay M, Arqub SA. Biomechanics of clear aligners: hidden truths & first principles. J World Fed Orthod [Internet]. 2022;11(1):12–21. Available from: https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2021.11.002

4. Robertson L, Kaur H, Fagundes NCF, Romanyk D, Major P, Flores Mir C. Effectiveness of clear aligner therapy for orthodontic treatment: A systematic review. Orthod Craniofacial Res. 2020;23(2):133–42.

5. Papadimitriou A, Mousoulea S, Gkantidis N, Kloukos D. Clinical effectiveness of Invisalign® orthodontic treatment: a systematic review. Prog Orthod. 2018;19(1).

6. Rossini G, Parrini S, Deregibus A, Castroorio T, Orthod S. Controlling orthodontic tooth movement with clear aligners An updated systematic review regarding ecacy and eciency. J Aligner Orthod. 2017;1(1):7–20.

7. Ferreira APB, Júnior PCS, Souza EM, Rached RN, Pezzin SH, Vieira S. Wavelength of experimental LEDS: Hardness, elastic modulus, degree of conversion and temperature rise of a microhybrid composite. Mater Res. 2015;18(2):240–4.

8. Steffen T, Par M, Attin T, Tauböck TT. Effect of Fast High-Irradiance Photo-Polymerization of Resin Composites on the Dentin Bond Strength. Materials (Basel). 2022;15(21):1–11.