



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José dos Campos
Instituto de Ciência e Tecnologia

André Scarpel Contini

**Eficiência de métodos de remoção de adesivo residual após
remoção de braquetes da superfície de esmalte dentário bovino**

2024

André Scarpel Contini

**Eficiência de métodos de remoção de adesivo residual após remoção de
braquetes da superfície de esmalte dentário bovino**

Dissertação apresentada ao Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Campus de São José dos Campos, como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA E TECNOLOGIA APLICADA À ODONTOLOGIA.

Área: Inovação tecnológica multidisciplinar com ênfase em odontologia. Linha de pesquisa: Inovação tecnológica.

Orientador: Prof. Titular Dr. Rubens Nisie Tango

Coorientador: Prof. Dr. Luís Francisco Bonetti

São José dos Campos

2024

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2024]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Contini, André Scarpel

Eficiência de métodos de remoção de adesivo residual após remoção de braquetes da superfície de esmalte dentário bovino / André Scarpel Contini. - São José dos Campos : [s.n.], 2024.
50 f. : il.

Dissertação (Mestrado Profissional) - Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Aplicada à Odontologia - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2024.

Orientador: Rubens Nisie Tango

Coorientador: Luis Francisco Bonetti

1. Esmalte dentário. 2. Materiais dentários. 3. Braquetes ortodônticos. 4. Descolagem dentária. I. Tango, Rubens Nisie, orient. II. Bonetti, Luis Francisco, coorient. III. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. IV. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. V. Universidade Estadual Paulista (UNESP). VI. Título.

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Fornece informações que podem auxiliar o ortodontista na tomada da decisão clínica, apresentando técnicas mais eficientes de remoção de adesivo após o tratamento ortodôntico simultaneamente à melhor preservação da estrutura do esmalte dental hígido.

POTENTIAL IMPACT OF THIS RESEARCH

Provides information that can assist the orthodontist in making clinical decisions, presenting more efficient techniques for removing adhesive after orthodontic treatment simultaneously with better preservation of the structure of healthy dental enamel.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Titular Dr. Rubens Nisie Tango (Orientador)

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Prof. Assistente Dr. João Maurício Ferraz

Universidade Estadual Paulista
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus de São José dos Campos

Prof. Dr. Vinícius Anéas Rodrigues

Centro Universitário UniFUNVIC
Universidade FUNVIC
Campus de Pindamonhangaba

São José dos Campos, 08/08/2024.

DEDICATÓRIA

À Deus,

À minha esposa, Eliane, que em todos os momentos me suporta; e aos meus filhos, Isabella e José Henrique.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Titular Dr. Rubens Nisie Tango que com seriedade, mas sem perder o bom humor, me orientou com maestria e me recebeu como estagiário na graduação em sua disciplina de Materiais Dentários;

À Universidade Estadual Paulista, por ter me concedido a oportunidade de desenvolver minha pesquisa e por ter cedido gentilmente os laboratórios para tal feito;

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), pela parceria e por ter cedido gentilmente seu espaço no Laboratório Associado de Sensores e Materiais;

À CVDentus, por terem cedido gentilmente materiais para execução desta pesquisa;

E a todos os envolvidos neste processo.

RESUMO

Contini AS. Eficiência de métodos de remoção de adesivo residual após remoção de braquetes da superfície de esmalte dentário bovino [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2024.

Os adesivos que unem braquetes (BQTs) ao esmalte dentário atendem às necessidades clínicas, pois resistem às forças mastigatórias bem como às forças da mecânica ortodôntica. No entanto, estes devem possibilitar sua remoção sem causar maiores danos ao esmalte. Resíduos do sistema adesivo (SA) ou pequenos defeitos no esmalte após remoção do BQT favorecem a adesão de biofilme e alteram a refração da luz, culminando em problemas estéticos. Embora existam muitos métodos de remoção, não há consenso na literatura quanto a indicação deles. Objetivou-se comparar a eficiência de dois métodos de remoção de adesivo: broca multilaminada de Zircônia (Z) e inserto ultrassônico com crescimento de diamante por deposição química de vapor (CVD). BQTs foram cimentados na face vestibular de 26 dentes incisivos bovinos, sendo removidos utilizando alicate ortodôntico. Em seguida, os dentes foram divididos em dois grupos para remoção do SA remanescente: grupo Z (broca de Zircônia multilaminada) e grupo D (inserto ultrassônico CVD). Todas as amostras passaram por etapa de polimento final. Os dados foram coletados através de escaneamento digital e moldagem com silicone de adição em ambos os grupos para avaliação em cada uma das etapas: inicial, após remoção do BQT, após remoção do adesivo e após polimento. Em seguida, os moldes obtidos foram vertidos em modelos de resina epóxi que, posteriormente, foram metalizadas para análise em microscópio eletrônico de varredura (MEV) e em estereomicroscopia. Os dados foram tabulados no software Microsoft Excel® versão 2010 e submetidos à análise estatística no software JASP (Universidade de Amsterdã, $\alpha = 0,05$), versão 0.15, ambiente Windows, sendo realizado o teste “T de Student”. Observou-se que a remoção do SA acarreta danos à superfície do esmalte, corroborando a literatura encontrada. Houve diferenças na rugosidade da superfície do esmalte, havendo maior rugosidade no grupo Z. No entanto, após polimento, não houve diferença estatística entre os dois grupos. As pontas CVD apresentaram maior tempo para desgaste do SA residual, mas menor potencial de danos às estruturas dentárias saudáveis, revelando-se promissoras na preservação da superfície dentária.

Palavras-chave: esmalte dentário; materiais dentários; braquetes ortodônticos; descolagem dentária.

ABSTRACT

Contini AS. Efficiency of adhesive removal methods after residual orthodontic treatment of bovine dental enamel surface [dissertation]. São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2024.

Adhesives that bond brackets (BQTs) to tooth enamel meet clinical needs, as they resist to chewing forces as well as to the forces of orthodontic mechanics. However, these must allow for removal without causing further damage to the enamel. Residues from the adhesive system (AS) or small defects in the enamel after BQT removal favor biofilm adhesion and alter light refraction, resulting in aesthetic problems. Although there are many removal methods, there is no consensus in the literature regarding their indication. The objective was to compare the efficiency of two adhesive removal methods: multilaminate zirconia drill (Z) and ultrasonic insert with diamond growth by chemical vapor deposition (CVD). BQTs were cemented on the buccal surface of 26 bovine incisor teeth and removed using orthodontic pliers. Then, the teeth were divided into two groups to remove the remaining adhesive system: group Z (multilaminate zirconia bur) and group D (CVD ultrasonic insert). All samples went through the final polishing stage. Data were collected through digital scanning and molding with added silicone in both groups for evaluation at each stage: initial, after removal of the BQT, after removal of the adhesive, and after polishing. Then, the molds obtained were poured into epoxy resin models that were subsequently metalized for analysis under a scanning electron microscope (SEM) and stereomicroscopy. The data were tabulated in the Microsoft Excel® software version 2010 and subjected to statistical analysis in the JASP software (University of Amsterdam, $\alpha = 0.05$), version 0.15, Windows environment, using the "Student's T" test. It was observed that removing the AS causes damage to the enamel surface, corroborating the literature found. There were differences in the roughness of the enamel surface, with greater roughness in group Z. However, the two groups had no statistical difference after polishing. The CVD insert showed a longer time for wear of residual SA, but a lower potential for damage to healthy dental structures, proving to be promising in preserving the tooth surface.

Keywords: dental enamel; dental materials; orthodontic brackets; dental debonding.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3 PROPOSIÇÃO	19
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4.1 Considerações éticas.....	20
4.2 Delineamento do estudo	20
4.3 População e amostra.....	20
4.4 Preparo, coleta e armazenamento dos espécimes.....	21
4.5 Materiais utilizados	22
4.6 Calibração	23
4.7 Preparo dos corpos de prova.....	24
4.7.1 Profilaxia e condicionamento ácido.....	24
4.7.2 Colagem dos braquetes ortodônticos	25
4.7.3 Remoção dos braquetes ortodônticos	26
4.7.4 Remoção do Sistema Adesivo (SA)	27
4.8 Análise dos dados	28
4.8.1 Análise em software de sobreposição.....	28
4.8.2 Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)	29
4.8.3 Análise em Estereomicroscópio	30
4.9 Análise de dados	30
5 RESULTADOS.....	31
6 DISCUSSÃO	42
7 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS.....	47

1 INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico é extremamente popular na sociedade contemporânea (Grocholewicz, 2014). Por meio do tratamento ortodôntico, podemos alterar as posições dos dentes na arcada dentária aplicando forças controladas em acessórios fixados aos elementos dentários que se desejam movimentar. No início desta prática, dispositivos soldados a bandas metálicas cimentadas nos dentes permitiam esta movimentação, mas o desenvolvimento de sistemas adesivos possibilitou que dispositivos ortodônticos fossem colados diretamente na superfície dentária (Fleischmann et al., 2008).

A prática de bandagem ortodôntica é de difícil execução e possui desvantagem estética, visto que é prejudicial à higiene bucal, facilitando o aparecimento de cáries e injúrias no tecido gengival, estas devido à invasão do periodonto (Profit WR, 2007; Seixas, 2005). Já a utilização de braquetes (BQT) colados apresenta muitas vantagens quando comparada às bandas e seus dispositivos soldados (Zachrisson, 1977), uma vez que enquanto a bandagem necessita de uma individualização em cada caso, a colagem de BQT pode ser feita diretamente na superfície dentária (Newman, 1965). O advento do ataque ácido, proposto por Buonocore nos anos 1960 (Buonocore, 1955), foi o que permitiu essa adesão direta do BQT na superfície. Essa evolução de técnica simplificou a prática da ortodontia e proporcionou uma otimização dos tratamentos e do tempo de consultório (Chevitarese e Ruellas, 2005)

A estabilidade da colagem dos dispositivos ortodônticos é um dos principais fatores que determinam o sucesso do tratamento (CORRER SOBRINHO et al., 2002), e atualmente, o sistema de colagem adesivo não é mais um limitador, mas também como desafio a remoção efetiva do adesivo ortodôntico remanescente (AOR) após finalização do tratamento ortodôntico (Cardoso et al., 2014).

A busca contínua pelo aumento da adesão da resina à superfície do esmalte torna sua eliminação, após a remoção do BQT, problemática (Shah et al., 2019). Uma vez finalizada a terapia ortodôntica, os dispositivos colados são removidos, e é comum que, neste processo, resíduos do SA fiquem aderidos à superfície do esmalte, trazendo risco de pigmentação ao longo do tempo (Ryf et al., 2012).

Além da resina residual, o descolamento de acessórios ortodônticos pode causar irregularidades na superfície do esmalte, com alterações topográficas e de anatomia (Eliades, 2004; Zarrinnia et al., 1995). Nesse contexto, a rugosidade superficial do esmalte atrapalha a realização de adequada higiene oral pelo paciente, culminando na retenção de bactérias. Assim, preservar o máximo da morfologia original do esmalte é ainda um grande desafio (Shah et al., 2019).

Existem diversos métodos descritos na literatura para remoção do SA remanescente após o descolamento de BQTs: fresas de carbeto de tungstênio de alta e de baixa rotação; aplicação de laser; brocas Shofu; discos de lixa para polimento; brocas de fibra de vidro; e brocas ultrassônicas (Cardoso et al., 2014). Apesar da ampla evidência científica sobre métodos de remoção do SA, nesse contexto, ainda não é estabelecido um consenso sobre um protocolo ideal, que preserve o máximo de estrutura da superfície dentária (Cesur et al., 2022). Observa-se, assim, que o uso de pontas diamantadas é citado na literatura como um dos métodos para remoção do remanescente resinoso sendo capaz de removê-lo (Sundfeld et al., 2016), mas sem protocolos definidos. Contudo, a etapa de polimento final é um passo indispensável independentemente do método utilizado na remoção do adesivo (Thawaba et al., 2023).

Nessa esfera, existem as brocas multilaminadas de Zircônia, que possuem uma ponta ativa com 18 lâminas que cortam tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário. Segundo os fabricantes, elas estão indicadas para remover resíduos de resina composta e de adesivo, e possuem função no que diz respeito a preparar o esmalte dentário previamente ao polimento (Thawaba et al., 2023).

Pontas ultrassônicas também podem ser utilizadas. A tecnologia de crescimento de diamante por deposição de vapor químico (CVD) tem sido utilizada para a fabricação de brocas ultrassônicas odontológicas que apresentam um filme contínuo de diamantes, o que promove melhor acabamento (Lima et al., 2006). Nesta tecnologia, a integridade do diamante e sua alta aderência à haste metálica conferem muita eficiência e durabilidade comparada aos diamantes convencionais (Gonzaga et al., 2015). No entanto, pontas ultrassônicas podem tornar ásperas as superfícies dos dentes em um processo que é influenciado por parâmetros de trabalho e em relação ao operador, a exemplo de: tempo de instrumentação; pressão; e angulação utilizada (Kim et al., 2018).

Considerando a meta do ortodontista de, ao fim do tratamento, atingir os alinhamentos e de preservar ao máximo a integridade da superfície do esmalte sem causar injúrias iatrogênicas, e neste processo, perder o mínimo possível da estrutura supracitada (Shah et al., 2019), o objetivo deste estudo foi comparar a eficiência de dois métodos de remoção do SA após tratamento ortodôntico: broca multilaminada de Zircônia (Z) e inserto ultrassônico com crescimento de diamante por deposição química de vapor (CVD).

2 REVISÃO DE LITERATURA

As incertezas relacionadas à fixação de acessórios eram de grande relevância no início da Ortodontia, época na qual bandavam-se todos os dentes, o que acarretava o aumento da incidência de cáries e de problemas periodontais (Profit, 2007; Seixas, 2005).

Essas características indesejáveis foram superadas quando surgiram os BQTs, dispositivos ortodônticos que são colados diretamente na superfície dos dentes, por meio dos AS, e que quase eliminaram a necessidade de utilização de bandas. Os primeiros BQT eram confeccionados a partir de aço inoxidável, que embora não fossem estéticos, tinham propriedades mecânicas excelentes, baixo custo e boa resistência à corrosão (Bággio et al., 2007; Profit, 2007).

A adesão estável braquete-esmalte favorece o sucesso da Ortodontia Fixa (Grubisa et al., 2004). Os adesivos utilizados para unir dispositivos ortodônticos ao esmalte dentário só atenderão às necessidades clínicas se resistirem às forças mastigatórias e às forças da mecânica ortodôntica. Além disso, devem possibilitar sua remoção sem causar danos ao esmalte (Zanini et al., 1997).

A descoberta do uso da solução ácida para condicionar a superfície dental aumentou a adesão de materiais odontológicos e proporcionou avanços na prática clínica, incluindo as colagens de BQT. O condicionamento ácido aumenta a área de adesão aumentando a retenção (Buonocore, 1955) e é utilizado para colar acessórios ortodônticos desde a década de 1950 (Swanson e Beck, 1960).

Em 2014, Cardoso e cols. utilizaram um rugosímetro para avaliar a rugosidade e a estereomicroscopia para avaliar a topografia de dentes submetidos a diferentes métodos de remoção de adesivo remanescente: alicate removedor de resina; broca carbide de tungstênio; discos de lixa de polimento; pontas diamantadas de ultrassom; e pontas de fibra de vidro. Neste estudo, 50 dentes pré-molares humanos foram divididos em 5 grupos de 10 dentes, onde cada grupo foi submetido a uma técnica de remoção. Após o tratamento estatístico dos dados coletados, concluiu-se que todos os métodos causaram alterações na topografia e na rugosidade do esmalte. Os métodos que apresentaram os melhores resultados de preservação do esmalte dentário foram: o que utilizou discos Sof-Lex e as brocas de fibra de vidro

(Cardoso et al., 2014).

Em uma avaliação comparativa de quatro sistemas de remoção de resina residual e polimento, a rugosidade do esmalte foi investigada por Shah e cols. (Shah et al., 2019). Foram utilizados 88 dentes pré-molares, aleatoriamente divididos em quatro grupos de 22 dentes, em que cada grupo passou pela intervenção dos seguintes sistemas: One gloss (Shofu™), Enhance & Pogo (Dentsply™), Stainbuster™ (Abrasive Technology) e Sof-Lex System (3M™). O exame no microscópio eletrônico de varredura (MEV) mostrou que o terceiro sistema supracitado, que possui suas pontas feitas de fibra de vidro enriquecidas com Zircônia, foi o que causou menos danos à superfície do esmalte dentre todos os incluídos nesta pesquisa.

Fazendo uso da tomografia micro-computadorizada para avaliar o efeito de diferentes métodos de remoção de resina no esmalte remanescente, Cesur e cols. (Cesur et al., 2022) concluíram que BQT cerâmicos causam danos levemente maiores no descolamento quando comparados aos metálicos. Foram utilizados 42 pré-molares extraídos que foram divididos em 2 grupos (1 e 2) e 6 subgrupos (A, B e C). Nos dentes do grupo 1 foram colados BQT metálicos e, no grupo 2, BQT cerâmicos. Já os subgrupos correspondem aos métodos empregados para remoção de adesivo sendo: A – brocas carbide de tungstênio (Komet – Alemanha), B - brocas de fibra de vidro reforçada com Zircônia (Steinbuster – EUA), e C – discos Sof-Lex (3M – EUA). Após análise dos resultados, os autores sugeriram evitar o uso das brocas de tungstênio para a remoção da resina, pois este método causou mais danos à superfície do esmalte quando comparado aos outros. Assim, os grupos 1B e 2C obtiveram os melhores resultados.

A enorme discrepância na literatura sobre o método de remoção mais efetivo levou Thawaba et al. a avaliarem a rugosidade do esmalte com microscópio eletrônico de varredura após a utilização de 3 métodos de remoção de AOR do descolamento de BR: brocas de Zircônia multilaminadas (Morelli - Brasil), brocas carbeto de tungstênio (Hager & Meisinger - Alemanha) e broca de pedras branca (Frank dental - Alemanha). Setenta e dois pré-molares extraídos foram aleatoriamente divididos em 3 grupos, em cada grupo foi utilizado sistema para remoção do remanescente de adesivo, e o polimento final em todos foi realizado com o sistema Sof-Lex (3M - EUA). Ao analisar os resultados, o autor supracitado afirmou que o polimento final é um

passo necessário após a remoção do adesivo independentemente do método usado na remoção. Quanto à eficiência, as brocas multilaminadas de Zircônia apresentaram os melhores resultados conferindo menor rugosidade superficial do esmalte (Thawaba et al., 2023).

Doze estudantes de Odontologia voluntários participaram de um estudo *in vivo* que, através de leitura em MEV, avaliaram a superfície do esmalte após descolagem do BQT (Alessandri Bonetti et al., 2011). Bonetti e cols., 2011 utilizaram dois tipos de BQT: revestidos e não revestidos, que, por questões estéticas, foram colados nos segundos pré-molares superiores, um de cada lado do voluntário. Os BQTs foram removidos pressionando suavemente as aletas mesial e a distal com um alicate ortodôntico. O adesivo remanescente foi removido dos dentes com broca de 12 lâminas de tungstênio (Komet – Alemanha) e este procedimento foi seguido do polimento com o sistema Sof-Lex (3M - EUA) até a completa remoção, avaliada então por meio de inspeção visual. Analisando os resultados, concluiu-se que não houve diferença estatística significativa entre os dois tipos de dispositivos ortodônticos. Ao comparar a superfície do esmalte antes da colagem e após o descolamento, notou-se uma diferença significativa, sugerindo que o método testado não devolveu à superfície do esmalte sua condição original.

Vidor e cols. (Vidor et al., 2015) avaliaram a superfície do esmalte após a descolagem do BQT em diferentes métodos de remoção de resina. Cento e oitenta dentes bovinos foram divididos em 3 grupos relativos aos métodos utilizados: broca de tungstênio de 30 lâminas em alta rotação (1), broca de tungstênio de 30 lâminas em alta rotação seguido do sistema de polimento Sof-Lex 3M (2), broca de tungstênio de 30 lâminas em alta rotação seguido do sistema de polimento Enhance Dentsply (3). Os grupos foram ainda subdivididos em 3 subgrupos: sem polimento (a), polimento com pasta de óxido de alumínio (b) e polimento com pasta de água e pedra pomes (c). Um MEV foi utilizado para avaliar a superfície do esmalte após a remoção da resina. Houve diferença de rugosidade estatisticamente relevante entre os grupos. O estudo concluiu que todas as técnicas promovem alterações na superfície do esmalte e reforça o papel importante do polimento na melhora da rugosidade. Dentre os polimentos utilizados, o melhor resultado foi obtido pelo subgrupo b, que macroscopicamente já apresentou superfície brilhante.

A instrumentação ultrassônica em dentes com defeitos prévios na superfície

do esmalte pode causar mais danos na estrutura. É o que concluíram Kim e cols. (Kim et al., 2018) ao avaliar 120 superfícies dentárias. Segundo esses autores, as pontas ultrassônicas podem enfraquecer a superfície dos dentes em um processo que pode ser influenciado por parâmetros de trabalho como: tempo de instrumentação, pressão aplicada e ângulo de atividade da ponta. Utilizando fluorescência digital quantitativa induzida por luz, os dentes foram divididos em 4 grupos: esmalte íntegro, esmalte com trincas, esmalte com cárie precoce e esmalte restaurado com resina. Foi padronizada a atuação do inserto ultrassônico sobre o dente: inclinação de aproximadamente 15 graus da ponta ativa, 40-80 g de força lateral e numa taxa de repetição de 12 vezes a cada 10 segundos. Depois da instrumentação, a profundidade do dano causado foi observada com o microscópio eletrônico mostrando que dentes com trincas de esmalte, com lesões de cáries precoces e com restaurações de resina composta podem ser prejudicados pela instrumentação ultrassônica.

Uma alternativa para desgastar dentes e dar polimento que visa poupar a estrutura dentária é a tecnologia CVD que tem sido usada por fabricantes de insertos ultrassônicos. Por possuírem uma camada uniforme de diamantes na ponta ativa, essa tecnologia promove um desgaste mais preciso. Lima et al. (Lima et al., 2006) avaliaram a habilidade de corte das pontas CVD em preparos minimamente invasivos. Para isso, foram utilizados 40 terceiros molares livres de cáries que foram extraídos com o consentimento dos pacientes. Cada dente teve sua raiz removida e a coroa seccionada longitudinalmente seguindo o plano vestibulo-lingual. Os dentes cortados foram instalados em blocos de resina com a mesial e distal expostas. Uma cavidade padrão foi preparada em cada corpo de prova. Para padronizar as cavidades, um dispositivo eletromecânico foi utilizado para segurar tanto o corpo de prova quanto a peça de mão, controlando tempo, distância percorrida pela ponta e a pressão aplicada no dente. Foram utilizadas broca cilíndrica e broca esférica tanto em esmalte quanto em dentina. As cavidades foram medidas e os dados sofreram tratamento estatístico. As cavidades produzidas no estudo indicam que as pontas CVD permitem realizar um preparo conservador de cavidades com paredes bem definidas e margens bem-acabadas.

A revisão sistemática de publicada em 2014 (Grocholewicz, 2014) reuniu trabalhos relacionados ao descolamento de BQTs e remoção de SA do esmalte dentário humano. Após aplicar os critérios de exclusão definidos pelo grupo, 41

trabalhos foram selecionados e considerações importantes foram obtidas após a compilação dos dados. Objetivamente, encontrou-se que:

a. Todos os instrumentos rotatórios utilizados na remoção de resina causaram algum nível de abrasão do esmalte dentário.

b. Não houve dúvidas de que o tratamento ortodôntico fixo ocasiona danos irreversíveis ao esmalte dentário, mas que o polimento pós-remoção dos BQT ameniza tais danos.

c. Arkansas Stones, Green Stones, brocas diamantadas, brocas de aço, e lasers não deveriam ser indicados para remoção de resina.

d. Brocas de carbeto tungstênio foram mais rápidas e efetivas para remover o adesivo remanescente em comparação aos discos do tipo Sof-Lex, aos dispositivos ultrassônicos, aos instrumentos de mão, às pontas de borracha e aos compósitos.

Seeliger e cols. (Seeliger et al., 2017) analisaram a espessura do esmalte de 80 pré-molares utilizando Tomografia de Coerência Ótica antes e depois do tratamento ortodôntico. Para isso os dentes selecionados foram divididos em dois grupos iguais e em cada grupo foi usado um sistema adesivo (SA) para colagem dos BQTs: autocondicionante e sistema convencional (com ataque ácido prévio à aplicação do sistema adesivo). Após 24 horas os BQTs foram removidos, bem como os resíduos do SA da superfície do esmalte. As amostras foram, então, escaneadas e os resultados submetidos a análise estatística. O estudo concluiu que o tipo de sistema adesivo não influenciou na espessura do esmalte ou na profundidade de penetração dos ganchos de resina encontradas no esmalte após o tratamento ortodôntico. Para os autores, a Tomografia de Coerência Ótica foi uma ferramenta eficaz para esta avaliação.

Existem diferentes métodos para remoção dos SA, a exemplo dos que utilizam: brocas de tungstênio; discos abrasivos; equipamentos ultrassônicos; laser de Érbio ou de Dióxido de Carbono (Er:Yag e CO₂, respectivamente); borrachas abrasivas; e jateamento abrasivo.

O uso de discos abrasivos tem sido amplamente discutido e investigado na literatura. Estudos anteriores apresentam vantagens e limitações sobre essa

metodologia de remoção, a exemplo de Ozcan et al. (Ozcan et al., 2008), que observaram em seu estudo que a remoção de resina remanescente com discos de óxido de alumínio (Sof-Lex) produz desgaste além da profundidade “ideal”, causando maiores danos ao esmalte. Em contrapartida, o polimento de superfícies de esmalte com discos Sof-Lex produziu os melhores resultados em outros estudos (Shah, et al., 2019; Baggio et al., 2007).

Nos últimos anos, a metodologia de remoção por hidroabrasão tem sido investigada. Esta consiste em utilizar um spray de água para limitar a difusão do pó abrasivo da técnica de jateamento com óxido de alumínio. No que concerne à preservação do esmalte após a remoção de adesivo remanescente, Bosco et al. compararam este método com os que utilizam instrumentos rotatórios, observando que o emprego da hidroabrasão é o método mais eficaz. No entanto, notou-se que tal método foi o que deixou maior quantidade de adesivo remanescente, o que pode causar manchamento da estrutura de esmalte no decorrer do tempo.

O processo de remoção do remanescente adesivo sempre foi um desafio, visto que, comumente, afeta negativamente a superfície do esmalte dentário. Para Degrazia e cols. (Degrazia et al., 2018), utilizar brocas rotatórias diamantadas com este fim já se mostrou inadequado. Os autores analisaram com MEV a superfície do esmalte após a remoção do adesivo remanescente utilizando três diferentes técnicas: a) carbide de 5 lâminas; b) carbide de 30 lâminas; e c) pontas ultrassônicas CVD. Para isso, utilizou 60 pré-molares, divididos em 3 grupos. Após análise estatística, os autores concluíram que as pontas CVD foram mais rápidas na remoção do adesivo, mas tanto as pontas CVD quanto as de 30 lâminas não tiveram bom desempenho em devolver ao esmalte a sua morfologia original. As brocas de 5 lâminas ocasionaram menor rugosidade do esmalte no final do processo.

Uma revisão sistemática com metanálise avaliou microfissuras decorrentes do descolamento ortodôntico (Dumbryte et al., 2018). Apesar de parâmetros insuficientes, com poucos dados quantitativos disponíveis na literatura no que se refere ao acompanhamento antes e depois do tratamento ortodôntico, em 2018, Dumbryte e seus colaboradores concluíram que existe uma forte evidência que após o descolamento as microfissuras provavelmente aumentarão.

Ao analisar 4 métodos de remoção de braquetes cerâmicos, Bora e cols. (Bora et al., 2021) concluíram que remover braquetes com pontas ultrassônicas pode causar

mais danos ao esmalte dentário quando comparado a outros métodos de remoção de dispositivos ortodônticos. Oitenta pré-molares extraídos por razões ortodônticas foram submetidos a colagem de braquetes cerâmicos seguindo todo protocolo do sistema adesivo, e divididos em 4 grupos de 20 dentes. Cada grupo foi submetido a uma técnica para remoção do dispositivo ortodôntico: ponta ultrassônica, alicate ortodôntico, cortador de fios e secador de cabelo. Com microscópio eletrônico de varredura a superfície foi analisada e após o tratamento estatístico dos dados coletados o grupo que utilizou o cortador de fios para remover os BQTs foi o que causou menores danos a superfície do esmalte quando comparado as outras técnicas de remoção.

Independentemente da metodologia de remoção do SA da superfície dentária após o tratamento ortodôntico, é consenso na literatura que polimento do esmalte após a descolagem do BQT e remoção da resina é indispensável para aumentar a lisura – diminuindo a probabilidade de haver fatores retentivos de biofilme, e para melhorar a estética da superfície dentária em questão.

3 PROPOSIÇÃO

A proposta deste trabalho foi comparar entre si a eficácia de duas técnicas de remoção de adesivo remanescente após finalização de tratamento ortodôntico com braquetes (BQTs): técnica utilizando broca de Zircônia diamantada e a técnica utilizando a ponta ultrassônica diamantada do tipo CVD. Assim, avaliaram-se as alterações causadas à superfície do esmalte dentário bovino através de:

- a) microscopia eletrônica de varredura (MEV);
- b) escaneamento digital;
- c) estereomicroscopia.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Considerações éticas

A fim de padronizar os testes laboratoriais de adesão de materiais dentários, a Organização Internacional para Padronização (ISO), publicou em 2003 a norma de especificação técnica de nº 11.40530. Para o substrato, podem ser utilizados incisivos inferiores bovinos de animais com idade inferior a 5 anos (ISO TR 11405 (International Organization for Standardization. Guidance on testing of adhesion to tooth structure.ISO\TC106\SC 1 N236, Resolution 6 1. CD TR 11405, 1994).

As etapas da presente pesquisa ocorreram nas dependências da Faculdade de Odontologia do Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista (ICT – UNESP) e as análises em MEV foram realizadas, por meio de parceria com o Instituto Nacional de Pesquisa e Estatística (INPE), no Laboratório Associado de Sensores e Materiais.

4.2 Delineamento do estudo

Este estudo apresenta caráter experimental, *in vitro* e analítico.

4.3 População e amostra

Cinquenta dentes (50) incisivos inferiores bovinos foram adquiridos, inspecionados visualmente para garantir que estejam livres de qualquer defeito ou trinca na superfície dentária. A amostra foi obtida por conveniência, sendo selecionados vinte e seis (26) dentes para execução deste estudo.

Quadro 1 – Divisão dos espécimes utilizados na pesquisa

Grupo	n
Grupo Z	13
Grupo CVD	13

Legenda: n = tamanho da amostra. Fonte: o autor.

Dessa forma, a amostra selecionada foi dividida igualmente em dois grupos, conforme Quadro 1, em que o grupo Z foi composto por espécimes submetidas à remoção do adesivo ortodôntico remanescente com as brocas multilaminadas de Zircônia; e o grupo CVD, submetido ao tratamento de remoção do adesivo ortodôntico remanescente (AOR) com ponta diamantada ultrassônica CVD. Os modelos das brocas de ambos os grupos estão especificados no Quadro 2.

4.4 Preparo, coleta e armazenamento dos espécimes

Os dentes foram, primeiramente, desinfetados em solução de timol a 0,1% por 7 dias. A porção radicular dos dentes foi removida (Figura 1) com pontas diamantadas e turbina (alta rotação) e a porção coronária foi fixada com resina acrílica quimicamente ativada em anéis de tubo de policloreto de vinila (PVC) medindo 40 mm de diâmetro, mantendo a face vestibular exposta (Figura 2). As amostras foram e mantidas hidratadas em água – obtida de filtro de osmose reversa – e armazenadas em local arejado, longe da luz solar, durante todo o processo da pesquisa.

Figura 1 – Porção da amostra selecionada para os testes



Fonte: o autor.

Figura 2 – Amostra de dente bovino fixado em anel de tubo de PVC



Fonte: o autor.

4.5 Materiais utilizados

Todos os materiais utilizados no projeto, suas marcas comerciais e fabricantes estão relacionados no Quadro 2.

Quadro 2 – Materiais utilizados durante o estudo

Material	Nome comercial	Fabricante
Ácido Fosfórico a 37%	Ácido fosfórico 37%	FGM
Adesivo primer	TRANSBOND XT	3M
Alicate Weingart	Alicate Ortodôntico Weingart 120E – Referência 266628	Zatty
Braquete Ortodôntico telado	Braquete Ortodôntico Prescrição Roth Light Slot 0,022” (Dente 21) Referência 10.15.401	Morelli
Broca multilaminada	Broca em Zircônia multilaminada	Morelli
Fotoativador	Ultradent Fotopolimerizador Valo Cordless Grand 3200	Ultradent
Inserto diamantado DLC	CR4XR e CR4	CVDentus
Microaplicador	Microbrush	KG
Pasta adesiva	TRANSBOND XT	3M
Pedra pomes	Pedra pomes	ASFER
Resina acrílica	Resina acrílica Jet Incolor (pó e líquido)	Clássico
Resina em base epóxi	EpoKwick FC	Buehler
Silicona de adição	Silicone de Adição Pesado Elite HD+ Putty Soft	Zhermack
Taça de borracha	Taça de borracha	MK Life

Fonte: o autor.

4.6 Calibração

Neste estudo, a calibração foi realizada por um único operador, o que não exime a falta de consistência nas medições e avaliações. Para assegurar a confiabilidade dos dados coletados, houve revisão dos procedimentos, passo a passo; verificação constante dos equipamentos durante a execução das etapas; e, por fim, o registro detalhado de todas as medições e observações.

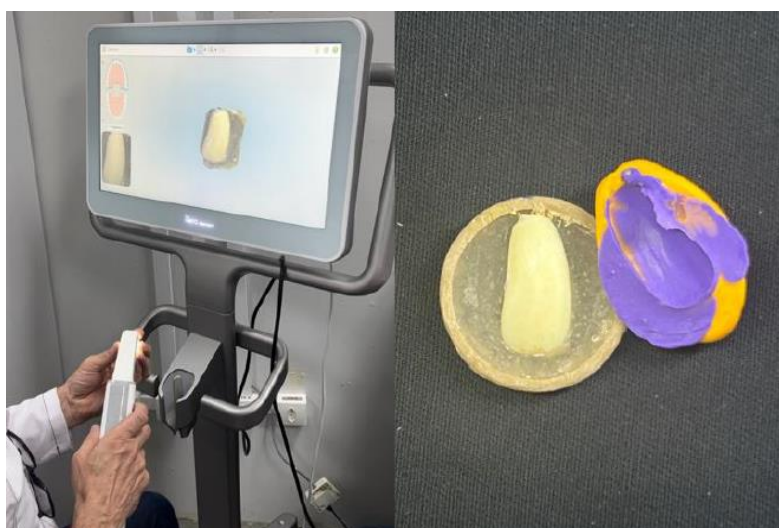
4.7 Preparo dos corpos de prova

4.7.1 Profilaxia e condicionamento ácido

Utilizando taças de borracha e micromotor em baixa rotação, a superfície do esmalte de cada um dos dentes foi submetida à profilaxia com pedra pomes e água (Figura 4A) para remover possíveis sujidades que pudessem comprometer a eficiência do SA e da colagem dos BQT ortodônticos. Em seguida, cada espécime foi lavado com água destilada corrente por 10 segundos e, por fim, seco por 20 segundos com jato de ar contínuo.

Em seguida foi feito o registro inicial da face vestibular de todos os dentes por meio de escaneamento digital (Figura 3 – esquerda; Quadro 1) e moldagem com silicone de adição (Figura 3 - direita) para servirem como referência para as outras fases da pesquisa.

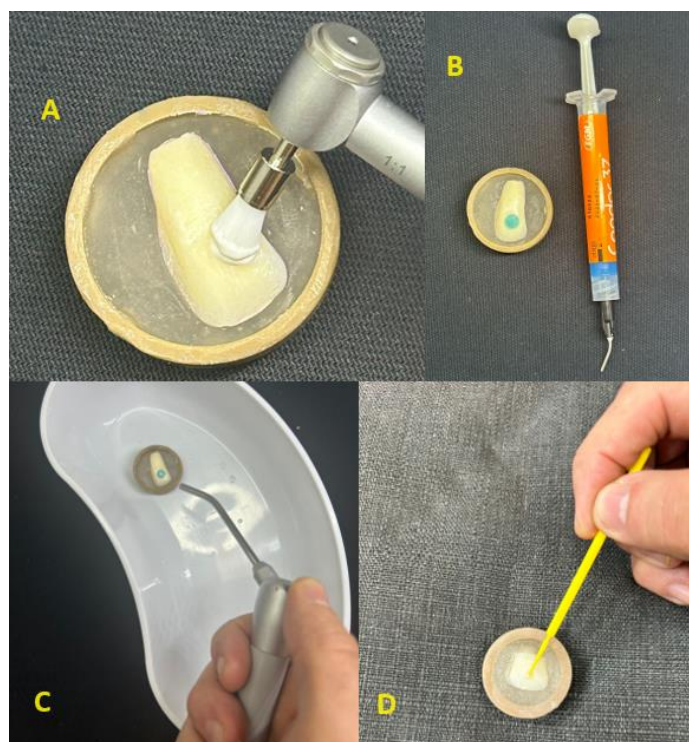
Figura 3 – Etapas de escaneamento digital inicial e moldagem da face vestibular dos dentes a serem analisados



Legenda: À esquerda, observa-se a etapa de escaneamento digital inicial, realizada previamente à inserção do SA. À direita, molde obtido de um dos dentes utilizando silicone de adição. Fonte: o autor.

Seguindo as orientações do fabricante do SA escolhido, foi realizado o condicionamento com ácido fosfórico a 37%, aplicando em toda a superfície vestibular e aguardando-se por 20 segundos (Figura 4C). Em seguida, realizou-se enxágue com água destilada pelo mesmo tempo e posterior secagem com jatos leves de ar a 15 cm de distância. Por fim, o primer foi aplicado de forma ativa utilizando microbrush durante 10 segundos (Figura 4D) e, enfim, fotopolimerizado por 20 segundos.

Figura 4 – Etapas de condicionamento da superfície dentária

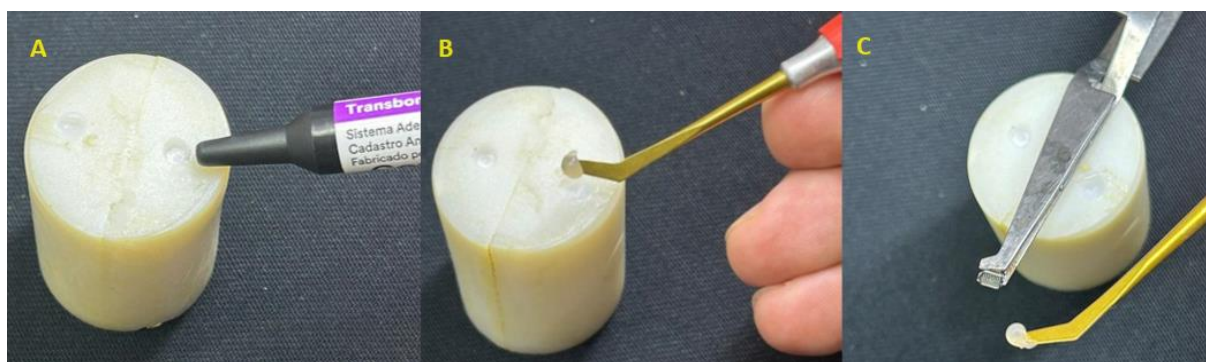


Legenda: Profilaxia com pedra pomes e escova de Robinson (A); Superfície dentária com ácido fosfórico aplicado (B); Espécime previamente à lavagem (C); e aplicação ativa do SA (D).Fonte: o autor.

4.7.2 Colagem dos braquetes ortodônticos

Para padronizar a quantidade de SA utilizado na colagem dos BQTs, foi elaborado um gabarito de teflon (Figura 5), e colocada com uma espátula antiaderente na malha interna dos BQT, e estes foram posicionados no centro da coroa clínica com a ajuda de uma pinça reversa. Removidos os excessos de adesivo, foi executada a fotoativação para cura da resina durante 20 segundos utilizando um aparelho fotoativador com potência de 1200 mW/cm².

Figura 5 – Sequência de colagem dos braquetes ortodônticos

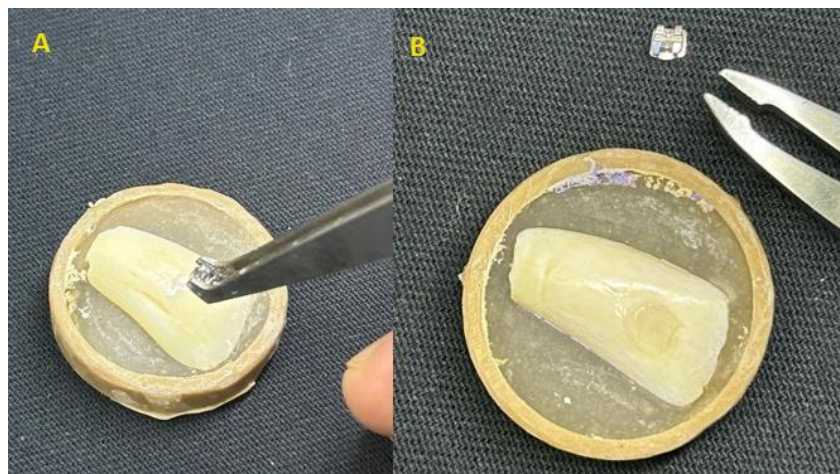


Legenda: Em A, inserção da resina no gabarito elaborado. Em B, observa-se resina removida do gabarito com espátula. Em C, resina previamente a sua colagem ao BQT na superfície de uma das amostras. Fonte: o autor.

4.7.3 Remoção dos braquetes ortodônticos

Durante as 24 horas seguidas à fotoativação para colagem ortodôntica, as amostras ficaram armazenadas em água à temperatura de 37 °C, temperatura escolhida visando simular as condições intraorais. Em seguida, os dispositivos ortodônticos foram removidos de cada superfície utilizando alicate ortodôntico do tipo Weingart, pressionando suavemente as aletas mesial e distal do BQT até que elas se desprendessem do dente (Figura 6).

Figura 6 – Remoção dos BQT



Legenda: Em A, ilustração da etapa de remoção do BQT com alicate; em B, visão macroscópica da superfície dentária logo após remoção do BQT. Fonte: o autor.

Assim, a segunda coleta de dados por escaneamento digital e moldagem da superfície vestibular foi realizada com o remanescente do sistema adesivo ainda preso a superfície dos dentes. As etapas em que foram realizados os escaneamentos estão descritas no Quadro 3.

4.7.4 Remoção do Sistema Adesivo (SA)

O grupo Z foi submetido à remoção do adesivo ortodôntico remanescente com as brocas multilaminadas de Zircônia em motor elétrico de baixa rotação (15.000 RPM) e o tempo médio para realização da tarefa foi de 69 segundos por dente. Já o grupo CVD foi submetido à remoção do adesivo ortodôntico remanescente com ponta diamantada ultrassônica CVD modelo CR4XR seguido da ponta CR4, e o tempo médio para a realização da tarefa foi de 172 segundos por dente.

Para comparação, foram escolhidas as pontas diamantadas ultrassônicas supracitadas, que possuem indicações específicas, dentre elas: remoção de resina pós-tratamento ortodôntico, sendo o modelo CR4 para remoção de camada espessa

e o CR4XR para remoção meticulosa. Enquanto para uso das brocas de Zircônia foi utilizada peça reta em baixa rotação, para utilização do sistema CVD foi utilizado aparelho piezoelétrico ultrassônico DentSurgPro (CVDentus™) ativado no programa “desgaste cavitário”.

Uma nova broca foi utilizada a cada 6 amostras, tanto no grupo Z quanto no grupo CVD. Após inspeção visual, todas as amostras finalizadas foram submetidas ao polimento com o sistema de discos SOF-LEX, seguidos de aplicação de pedra pomes com escova de Robinson, para então ser feito o quarto e último registro da superfície dos dentes (escaneamento e moldagem).

Todos os escaneamentos digitais foram realizados por meio do escâner intraoral Itero Element 2 (Align Technology™), com as seguintes especificações: monitor de 21,5". Scanner com luz laser vermelha (680 nm classe 1) e luz LED branca. Corrente de funcionamento: 100-240 V; CA- 50/60 Hz; 200 VA (máx.).

Quadro 3 – Descrição das etapas em que foram realizados os escaneamentos e as moldagens

ETAPA	
1	Inicial
2	Após remoção do BQT*
3	Após remoção do SA**1
4	Após o polimento final

Legenda: *BQT: Braquete. **SA: Sistema adesivo. ¹Tanto o grupo que foi submetido ao método utilizando brocas de Zircônia quanto o grupo que foi submetido ao CVD. Fonte: o autor.

4.8 Análise dos dados

4.8.1 Análise em software de sobreposição

As imagens obtidas nos escaneamentos digitais foram processadas no

software de sobreposição de imagens tridimensionais GOM Inspect (Zeiss), que permitiu comparar e verificar as diferenças entre a superfície inicial do esmalte e a cada etapa da pesquisa. Esta etapa foi realizada nas dependências do ICT Unesp.

4.8.2 Análise em Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV)

É necessário destacar que antes da realização nas análises em MEV e em Estereomicroscopia, os moldes obtidos dos espécimes passaram por preparação específica. Esta etapa consistiu em, primeiramente, preencher cada molde com resina de base epóxi (EpoKwick FC – Buehler) (Figura 7).

Figura 7 – Modelo obtido com resina epóxi



Fonte: o autor.

Em seguida, estes foram submetidos à metalização utilizando uma corrente de 15 mA sobre liga de ouro, com 15kW por 150 segundos.

Em seguida, os modelos foram observados em MEV com canhão de elétrons

por emissão por efeito de campo (MEV-FEG), marca Tescan modelo MIRA3, com os seguintes parâmetros: aceleração de voltagem de 5 kV, distância de trabalho (WD – Work Distance) de 17mm e abertura das lentes objetivas (spotsize) de 5,4 nm. Esta etapa foi realizada nas dependências do Laboratório Associado de Sensores e Materiais do INPE.

4.8.3 Análise em Estereomicroscópio

Os modelos foram submetidos à análise de microscopia estéreo em Estereomicroscópio Discovery V20 (Zeiss, Alemanha), com utilização de software para obtenção das imagens AxioVision Rel.4.8. Esta etapa foi realizada nas dependências do ICT Unesp.

4.9 Análise de dados

Os dados, após coletados, foram tabulados em tabela do software Microsoft Excel, versão 2010. Os dados foram, então, submetidos à análise estatística, sendo utilizado para esse fim, o software JASP (Universidade de Amsterdã, $\alpha = 0,05$), versão 0.15, ambiente Windows, sendo realizado o teste “T de Student”. Neste teste, especificamente, é usada a variância amostral para rejeitar ou não uma hipótese nula. A estatística aplicada teve a finalidade de comparar os dois grupos (Z e CVD), bem como cada uma das 4 etapas realizadas.

5 RESULTADOS

Os resultados obtidos pelo primeiro teste ANOVA aplicado estão ilustrados nas tabelas 1 e 2 e na Figura 8. Observou-se, portanto, que não houve diferença significativa na superfície dentária após o polimento em ambos os grupos com relação ao tempo despendido para desgaste.

Tabela 1 - Teste T de Student com amostras independentes

	t	GL	p
Tempo	23.459	24	< 0,001 ^a

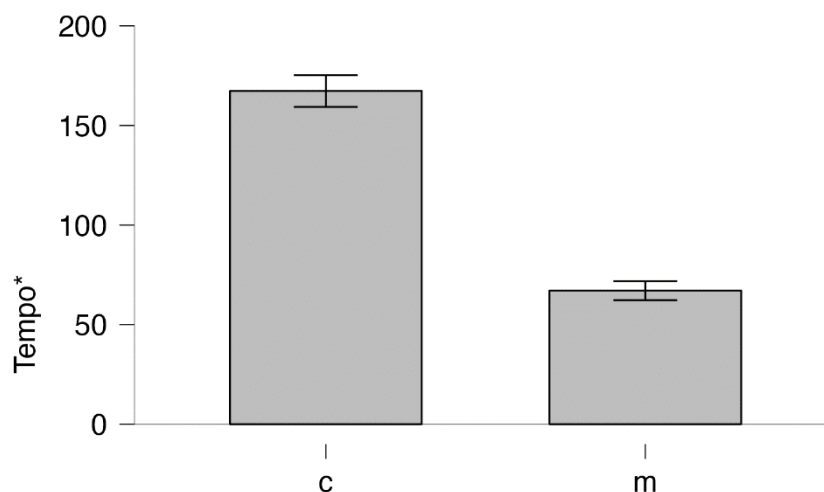
Legenda: t: tempo; GL: grau de liberdade; ^a O teste de Brown-Forsythe é significativo ($p < 0,05$), sugerindo uma violação da suposição de igualdade de variância. Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 2 – Teste T-Student com resultados dos grupos CVD e Z em relação ao tempo utilizado para desgaste

Grupo	n	Média	DP	SE	Coeficiente de variação
Tempo*	c 13	167.308	13.193	3.659	0,079
	m 13	67.077	7.953	2.206	0,119

Legenda: c: grupo CVD; m: grupo Morelli; DP: desvio-padrão; SE: erro padrão. Fonte: elaborado pelo autor.

Figura 8 – Gráfico em box plot obtido pelo teste estatístico aplicado



Legenda: c: grupo CVD; m: grupo Morelli. Fonte: elaborado pelo autor.

Os resultados apresentados na Tabela 3 mostram significância estatística no que diz respeito à influência das etapas de remoção do cimento ortodôntico residual com ambas as pontas e após a etapa de polimento. As Tabelas 4 e 6 corroboram tal achado.

Tabela 3 – Resultados ANOVA de dois fatores para os valores de perda de estrutura em milímetros

Fatores	Soma dos Quadrados	GL	Média dos Quadrados	F	p
Etapa	0.013	2	0.006	15.464	< 0,001
Etapa x Broca	1.769×10^{-5}	2	8.843×10^{-6}	0.021	0,979
Resíduo	0.015	36	4.142×10^{-4}		

Legenda: GL: grau de liberdade; Os valores de $p < 0,005$ denotam significância estatística. Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 4 – Resultados ANOVA de um fator para os valores de perda de estrutura em milímetros

Fator	Soma dos quadrados	GL	Média dos quadrados	F	p
Broca	0.002	1	0.002	1.959	0,179
Resíduo	0.017	18	9.184×10^{-4}		

Legenda: Os valores de $p < 0,001$ denotam significância estatística. Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 5 ilustra a significância estatística encontrada em testes que mostram a perda de estrutura da superfície dentária utilizando ambos os tipos de brocas para remoção do SA remanescente.

Tabela 5 – Resultados para comparação entre os valores de perda de estrutura entre as etapas

Etapa	Broca	Média	DP
Inicial x Remoção	CVD	-0,078 b	0,015
	ZR	-0,066 b	0,024
Inicial x Polimento	CVD	-0,110 a	0,029
	ZR	-0,099 a	0,024
Após Remoção imediata x Após Polimento	CVD	-0,106 a	0,030
	ZR	-0,097 a	0,019

Legenda: CVD: ponta do tipo CVD; ZR: ponta do tipo de Zircônia; DP: desvio-padrão. As letras “a” e “b” na coluna “Média” mostraram diferenças significativas pela aplicação do teste de Tukey com $p < 0,001$, representando significância estatística. Fonte: elaborado pelo autor.

Tabela 6 – Resultados para maior ponto em repetição ANOVA

Caso	Soma dos quadrados	GL	Média dos quadrados	F	p
Etapa	0.004	2	0.002	8.258	0,001
Etapa * Dente	0.002	2	8.206×10^{-4}	3.274	0,049
Resíduo	0.009	36	2.507×10^{-4}		

Legenda: GL: grau de liberdade. Os valores de $p < 0,001$ denotam significância estatística. Fonte: elaborado pelo autor.

A Tabela 7 apresenta os resultados obtidos após teste de Tukey com significância apresentada na comparação de duas etapas utilizando as pontas do tipo CVD.

Tabela 7 – Resultados do teste de Tukey para comparação dos valores de maior espessura de remanescente de cimento ortodôntico

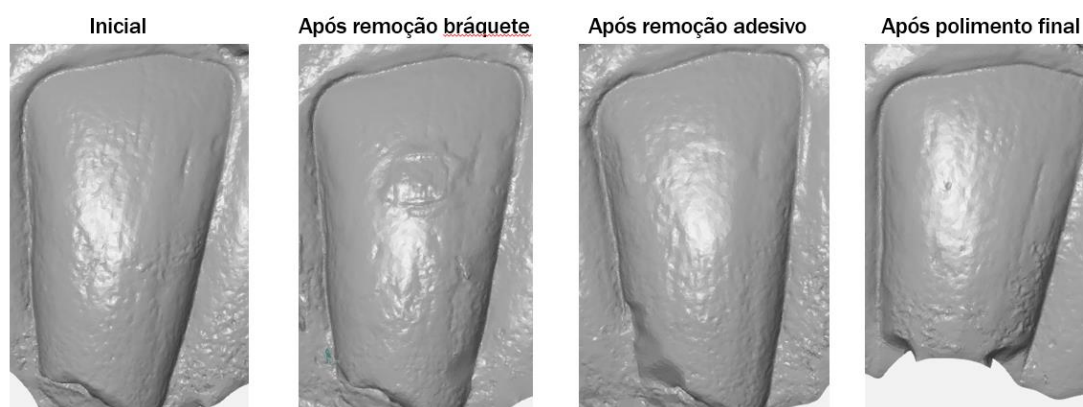
Broca	Etapas					
	O x SR		O x P		SR x P	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP
CVD	0,064 A, a	0,017	0,036 B, a	0,024	0,034 B, a	0,017
ZR	0,040 A, a	0,014	0,035 A, a	0,025	0,032 A, a	0,015

Legenda: Espessura do remanescente avaliada em milímetros; O: original; SR: sem resina; P: polido; CVD: ponta do tipo CVD; ZR: ponta do tipo de zircônia; DP: desvio-padrão. As letras “a” e “b” na coluna “Média” diferenças significativas pela aplicação do teste de Tukey com $p < 0,001$, representando significância estatística. Fonte: elaborado pelo autor.

A análise por escaneamento digital após cada etapa de preparo dos espécimes está ilustrada nas figuras 9 e 10, possibilitando observar uma diferença entre a amostra 1 (Figura 9) e a amostra 7 (Figura 10), principalmente após o

polimento.

Figura 9 – Sequência de escaneamentos digitais realizados durante os testes, modelo da amostra 1



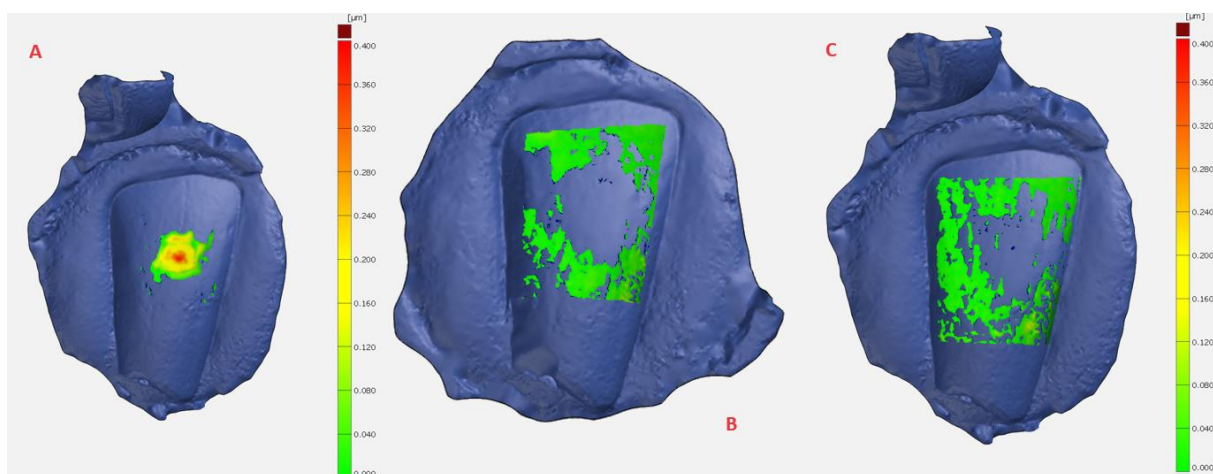
Legenda: Escaneamentos referentes à amostra 1. Fonte: o autor.

Figura 10 – Sequência de escaneamentos digitais realizados durante os testes, modelo da amostra 7



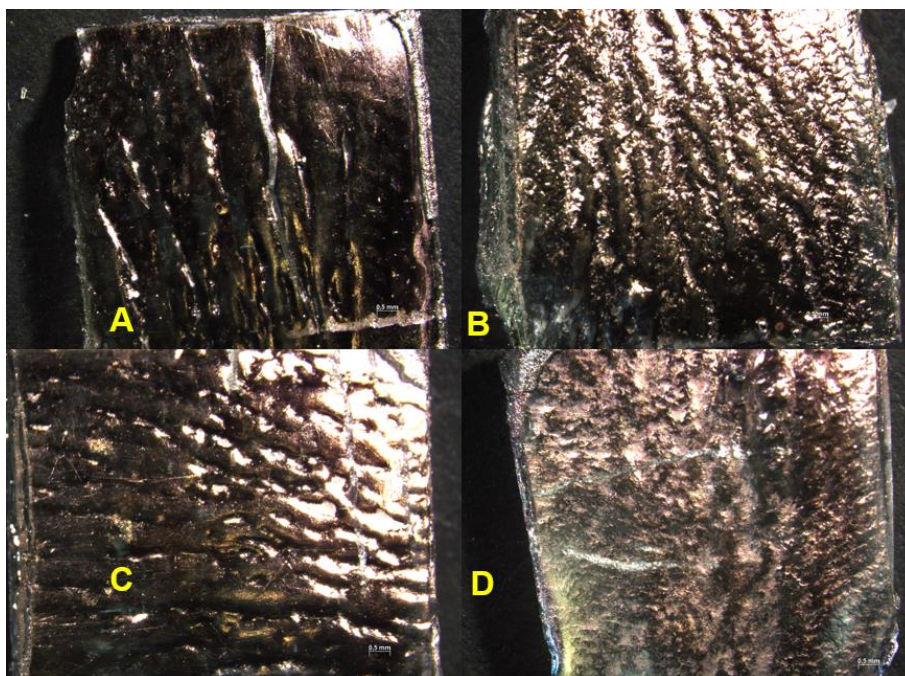
Fonte: o autor.

Figura 11 – Análise de um dos espécimes no software GOM Inspect



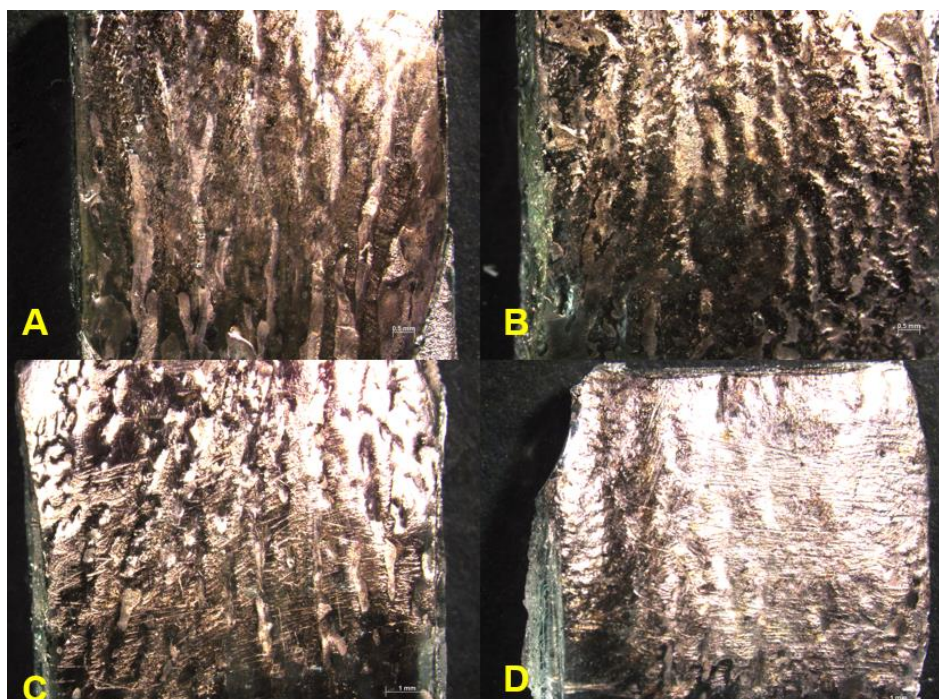
Legenda: Em A, observa-se a sobreposição inicial versus após remoção do BQT; Em B, tem-se a sobreposição após remoção do SA versus após polimento final; e em C, tem-se a sobreposição inicial versus após o polimento final. Fonte: o autor.

Figura 12 – Análise das amostras na etapa inicial em Estereomicroscopia



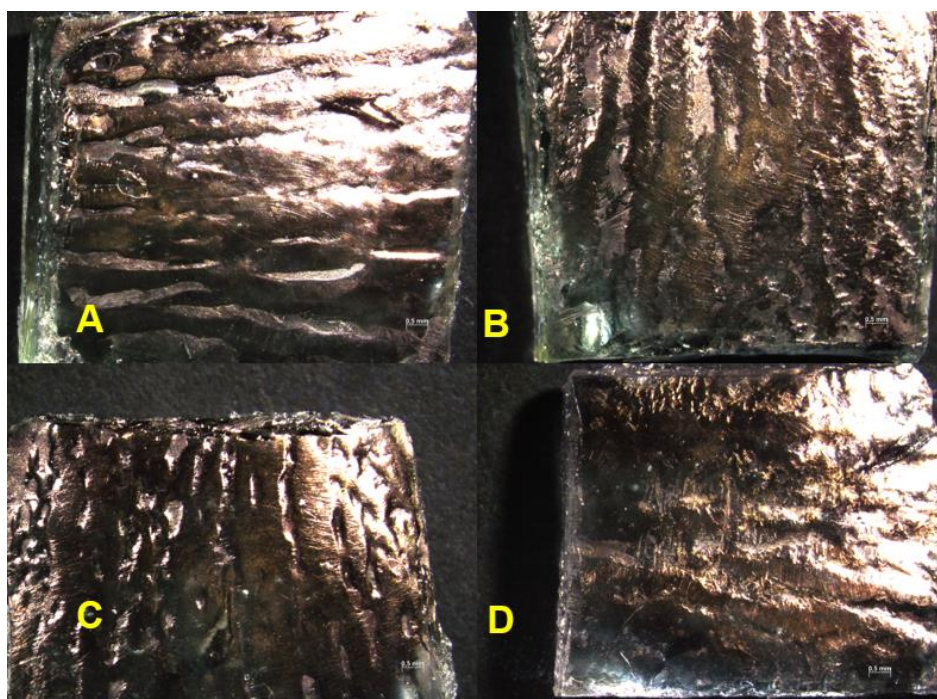
Legenda: Em A e B, observa-se a superfície de amostras submetidas ao tratamento com Zircônia (grupo Z); em C e D, observa-se amostras submetidas a remoção por CVD (grupo CVD). Fonte: o autor.

Figura 13 – Análise de amostras após a remoção de resina em Estereomicroscópio



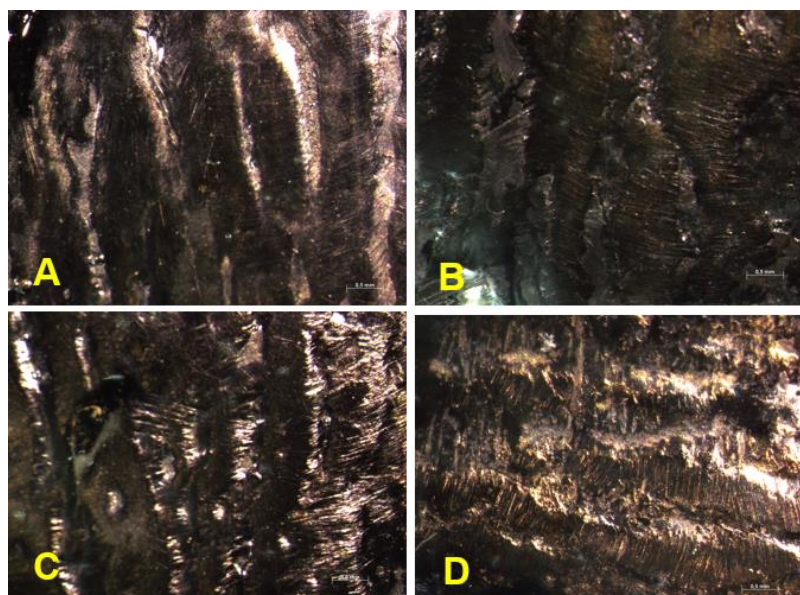
Legenda: Em A e B, observa-se a superfície de amostras submetidas ao tratamento com Zircônia (grupo Z); em C e D, observa-se amostras submetidas a remoção por CVD (grupo CVD). Fonte: o autor.

Figura 14 – Análise de amostras após polimento final em Estereomicroscópio



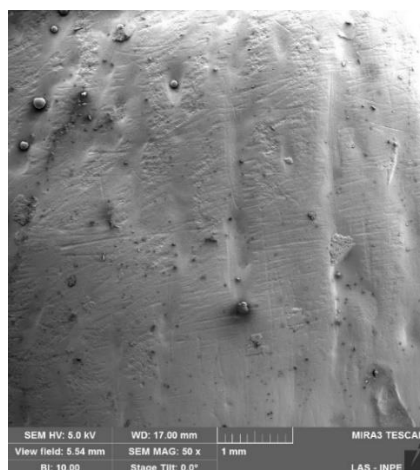
Legenda: Em A e B, observa-se a superfície de amostras submetidas ao tratamento com Zircônia (grupo Z); em C e D, observa-se amostras submetidas a remoção por CVD (grupo CVD). Fonte: o autor.

Figura 15 - Análise de amostras após polimento final em Estereomicroscópio, em aumento de 20x



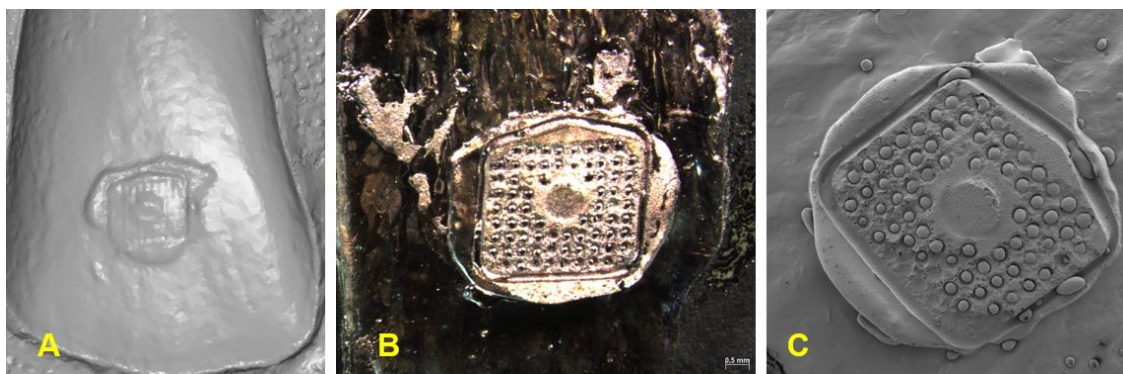
Legenda: Em A e B, observa-se a superfície de amostras submetidas ao tratamento com Zircônia (grupo Z); em C e D, observa-se amostras submetidas a remoção por CVD (grupo CVD). Fonte: o autor.

Figura 16 - Análise em MEV de superfície do esmalte dentário após remoção de resina por método CVD



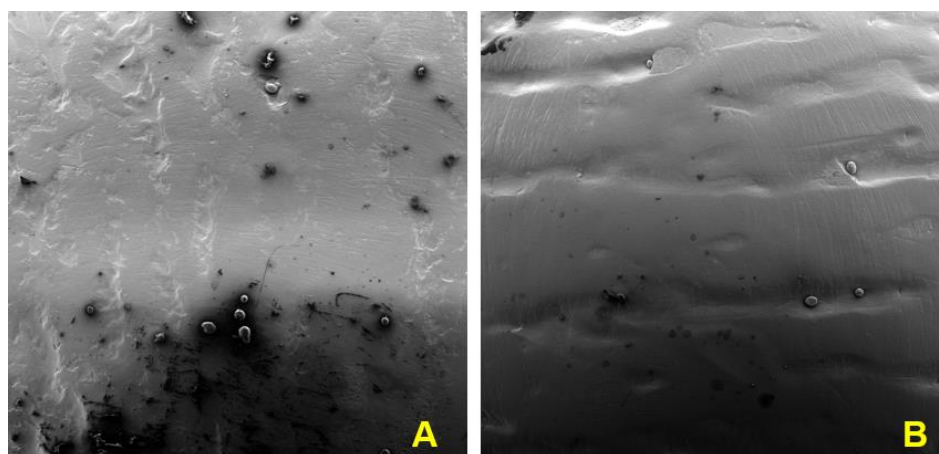
Legenda: Imagem obtida em aumento de 50x. Fonte: o autor.

Figura 17 – Comparativo da mesma amostra e superfície entre escaneamento digital, Estereomicroscopia e MEV, respectivamente



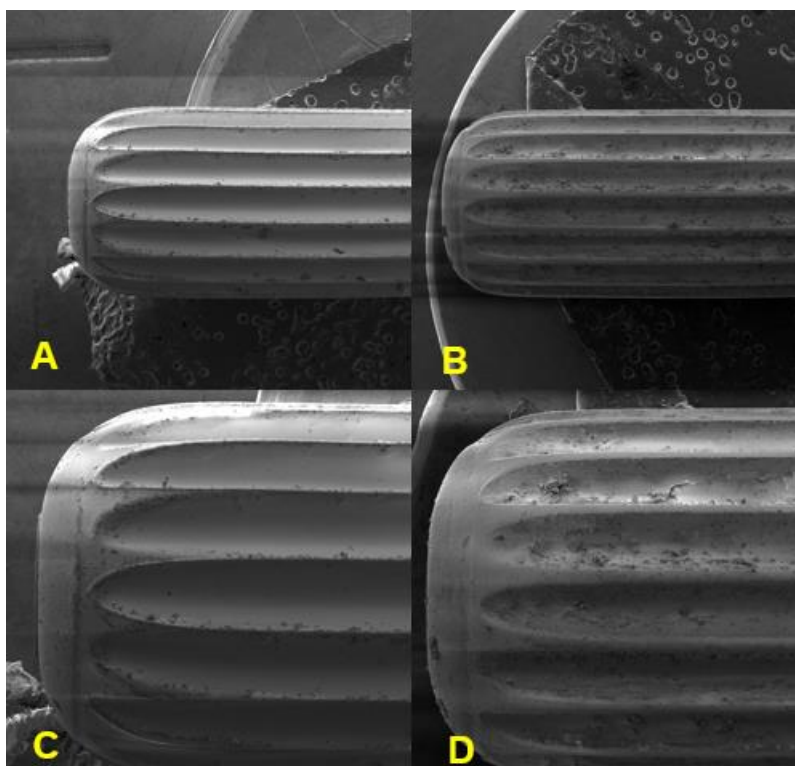
Fonte: o autor.

Figura 18 – Análise final em MEV entre superfície submetida ao tratamento com Zircônia e ao tratamento com CVD, respectivamente



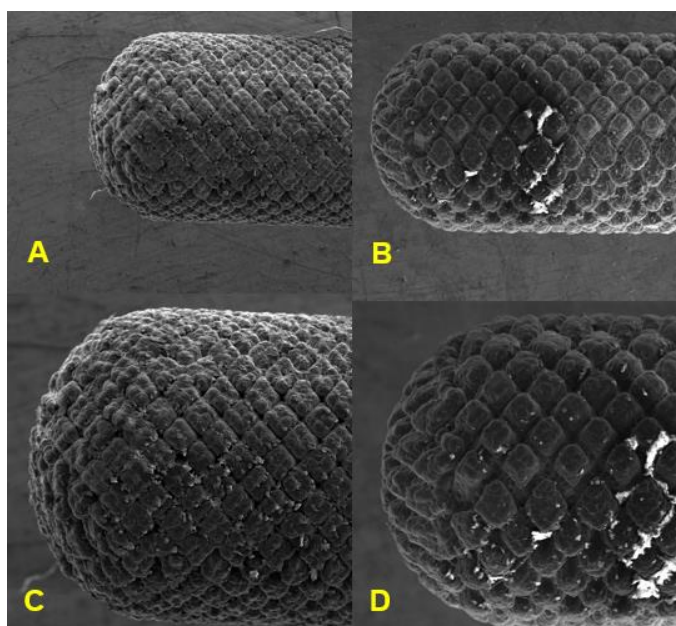
Legenda: Imagens obtidas em aumento de 50x. Em A, a amostra pertence ao grupo Z; em B, a amostra pertence ao grupo CVD. Fonte: o autor.

Figura 19 – Broca de Zircônia em aspectos novo e usado, análise em MEV



Legenda: Em A, broca nova em aumento de 50x; em B, broca após desgaste realizado em 6 espécimes em aumento de 50x; em C, broca nova em aumento de 100x; em D, broca após desgaste realizado em 6 espécimes em aumento de 100x. Fonte: o autor.

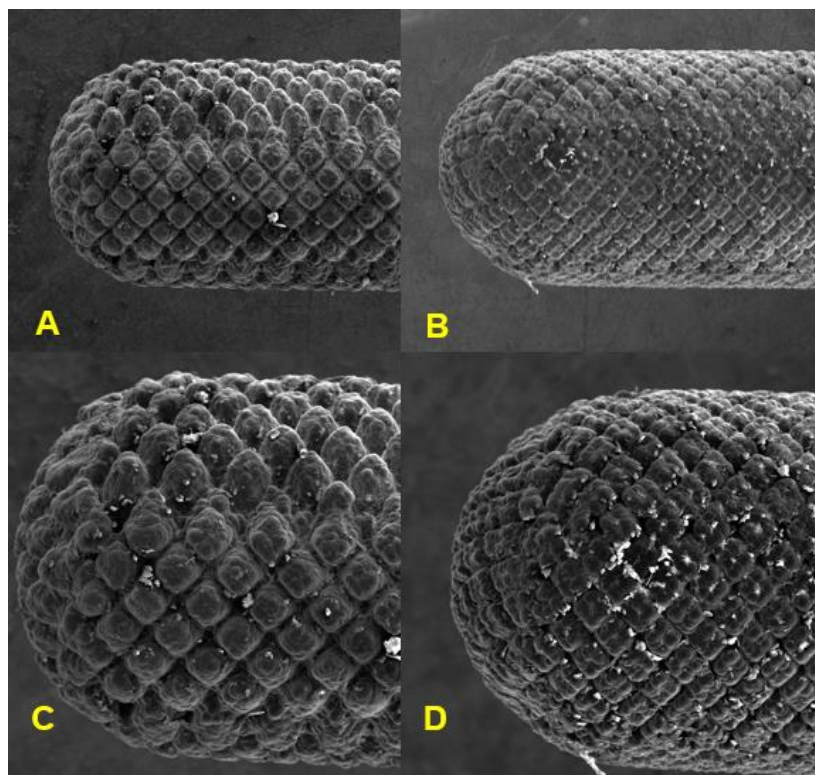
Figura 20 – Brocas do tipo CVD em aspecto novo, análise em MEV



Legenda: Ponta CVD nova do tipo CR4X4 em aumentos de 100x (A) e 150x (C); Ponta CVD nova do

tipo CR4 em aumentos de 100x (B) e 150x (D). Fonte: o autor.

Figura 21 – Brocas do tipo CVD após utilização em 6 espécimes, análise em MEV



Legenda: Ponta CVD usada do tipo CR4X4 em aumentos de 100x (A) e 150x (C); Ponta CVD nova do tipo CR4 em aumentos de 100x (B) e 150x (D). Fonte: o autor.

6 DISCUSSÃO

Para que o desfecho do tratamento ortodôntico seja alcançado com sucesso, é fundamental, dentre outros fatores, manter os acessórios aderidos à superfície dentária durante todo o período de terapia, reduzindo assim o tempo de tratamento devido à descolagem de BQTs. A Ortodontia Fixa, nesse sentido, evoluiu nas últimas décadas com a aderência à cimentação de BQTs diretamente na superfície de esmalte dentário, devido ao surgimento do condicionamento ácido e pela evolução constante de materiais que oferecem maior resistência ao descolamento.

Finalizado o tratamento ortodôntico, a meta primordial do ortodontista deve ser de remover todo o conjunto do aparelho utilizado preservando ao máximo a estrutura dentária e sem deixar resquícios de materiais, para que não haja o estabelecimento de fatores retentivos de biofilme e, assim, a condição hígida seja mantida.

A remoção do conjunto SA-resina da superfície de esmalte dentário é procedimento padrão, nesse contexto, mas ainda não há o estabelecimento de uma metodologia padrão, que seja eficaz no que tange a proporcionar a remoção dessas substâncias sem causar novos danos ao tecido dentário em questão, evitando iatrogenias. Dessa forma, nosso estudo objetivou comparar duas metodologias semelhantes, mas com instrumentos diferentes.

As brocas de Zircônia são amplamente difundidas no mercado e utilizadas pelos ortodontistas; sua escolha se dá por possuírem bom custo-benefício e por serem considerados seguros no que tange a preservação de estrutura dental sadia. No entanto, este tipo de material é utilizado sem refrigeração, causando aquecimento e podendo causar iatrogenias de caráter físico à essa estrutura, possibilitando o risco de gerar danos às estruturas adjacentes, como dentina e polpa dentárias.

O uso da tecnologia CVD, ao contrário do citado anteriormente, funciona por pressão ultrassônica e sob refrigeração. Além disso, possui execução simples em relação à metodologia supracitada. Em contrapartida, observou-se, nesse estudo, que a utilização do inserto CVD demandou maior tempo em comparação ao outro grupo, mas a durabilidade da ponta também foi maior.

A escolha das brocas de Zircônia foi devido a seu estabelecimento no

cotidiano profissional dos ortodontistas, bem como pelo seu custo-benefício compensável. Após análise por MEV entre as superfícies dentárias com SA remanescente removido pelos dois materiais diferentes, observou-se que a superfície tratada com Zircônia apresentou maior desgaste em relação à tratada com CVD.

A escolha de dentes bovinos se deu pela facilidade de coletar dentes intactos e hígidos nessa espécie, o que representa uma dificuldade em seres humanos. Em contrapartida, corroborando a discussão de Bonetti e cols., 2011, acreditamos que a presença de saliva, ou seja, a mínima simulação das condições da cavidade bucal, pode afetar o processo de descolamento, o que demanda estudos futuros nesse sentido.

Enfatiza-se que para a aplicação das duas metodologias, foi indispensável a habilidade do operador no manuseio e na delicadeza no tratamento das superfícies dentárias. Nesta pesquisa, a calibração ocorreu gradualmente, de forma que a amostra 1 sofreu maiores danos em sua superfície se comparada à amostra 7, conforme as Figuras 9 e 10. Isso reforça que a força empregada pelo operador deve ser mínima, e treinamento prévio deve ser realizado, pois forças de maior amplitude podem prejudicar a superfície dentária que já está fragilizada, visto que o processo de condicionamento ácido já desgasta a camada mais externa do esmalte (Bonetti e cols., 2011).

Ao analisar visualmente as imagens que compõem a Figura 14 percebeu-se que os dois métodos de remoção de resina e SA não apresentaram diferenças consideráveis entre si. A análise por MEV, conforme a Figura 18, contraria a inspeção da Figura 14, sugerindo que, após polimento final, as amostras do grupo CVD apresentaram menor rugosidade. Observando as imagens que compõem a Figura 14, nota-se que o polimento deixa pequenos riscos na superfície do esmalte dentário, sendo detalhados na Figura 15. As Figuras 12, 13 e 14 são compostas por imagens obtidas em aumento de 10x.

Este paradoxo entre a análise por estereomicroscopia e o MEV sugerem a necessidade de estudos futuros que incluam em suas análises uma terceira análise, com magnificação, de forma a consolidar tal avaliação.

Percebeu-se, conforme a Figura 18, que a rugosidade da superfície tratada se apresentou mais lisa e homogênea em amostras tratadas com metodologia CVD em relação à metodologia de brocas de Zircônia. No entanto, ao analisar os testes

estatísticos e a Figura 14, nota-se que essa diferença se torna irrisória após o polimento realizado, etapa indispensável independentemente da tecnologia empregada. Observou-se, portanto, que não houve diferença significativa na superfície dentária após o polimento em ambos os grupos.

Ademais, baseado nos resultados da Tabela 5, é possível afirmar que tanto a etapa de remoção do SA ortodôntico com ambas as pontas como a etapa de polimento removem estrutura da superfície de esmalte. Isso sugere que ainda exista, independente dos métodos aqui comparados, um impasse crucial em casos clínicos que haja nova necessidade de tratamento ortodôntico. Isso porque, diante da possibilidade de novo tratamento com colagem de BQTs, haveria então mais desgaste da mesma superfície dentária.

Apesar do emprego de maior tempo para remoção do adesivo utilizando as pontas CVD, os resultados da Tabela 7 permitem verificar que a utilização deste tipo de ponta deixou maior espessura de material remanescente. Tal fato sugere que, apesar de deixar resíduos na superfície dentária, pode haver também maior preservação de estrutura hígida, denotando menor agressividade frente ao esmalte dentário hígido.

As limitações encontradas nesta pesquisa foram o tamanho reduzido da amostra, a ausência do emprego de mais um operador na realização dos testes e a ausência parcial de simulação de condições similares às da cavidade oral, como presença de saliva, posição do operador em relação ao paciente, dentre outras. A translucidez da resina epóxi utilizada e a sobreposição de imagens, esta conforme a análise no software GOM Inspect pode ter dificultado a visualização completamente precisa das superfícies dentais avaliadas.

Conforme Janiszewska-Olszowska e cols. em 2014, observamos a necessidade de aliar métodos seguros e eficazes de remoção de SA-resina neste contexto aliados ao surgimento de magnificação direta e de alta precisão para permitir que o clínico avalie profundidade exata da perda de esmalte, bem como rugosidades e material remanescente após o tratamento ortodôntico. Dessa forma, surge a necessidade de que estudos futuros investiguem formas de aliar o binômio supracitado, utilizando amostras maiores.

A comparação entre a metodologia de remoção de SA com brocas de Zircônia se mostrou mais abrasiva e prejudicial ao tratamento de superfície de esmalte dentário

bovino, se comparada a metodologia de uso de pontas CVD. As pontas de CVD utilizadas nesta pesquisa apresentaram vida útil prolongadas em relação às brocas de Zircônia, apesar de seu tempo de trabalho também aumentado.

Ressalta-se que, após a etapa de polimento e acabamento, não houve diferença significativamente estatística entre as superfícies tratadas pelos dois grupos, sugerindo a realização de mais estudos futuros para avaliações em amostragem maior.

7 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados no presente estudo mostram que o tempo de remoção de SA remanescente da superfície dental bovina causou maior desgaste quando utilizada broca de Zircônia em relação ao grupo de dentes submetidos a remoção com inserto CVD. As pontas do tipo CVD demandam maior tempo de uso para tal fim e mostraram, neste estudo, menor potencial agressor frente à estrutura dentária sadia, sugerindo maior preservação desta. Nossos resultados são promissores, mas devem ser analisados com cautela devido ao tamanho limitado da amostra. É necessária a realização de mais estudos futuros para execução de análises com amostras maiores e com avaliações mais específicas de rugosidade.

REFERÊNCIAS

- Bonetti GA, Zanarini M, Parenti SI, Lattuca M, Marchionni S, Gatto MR. Evaluation of enamel surfaces after bracket debonding: An in-vivo study with scanning electron microscopy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2011;140(5):696–702. doi: 10.1016/j.ajodo.2011.02.027.
- Bággio PE, Telles CS, Domiciano JB. Avaliação do atrito produzido por braquetes cerâmicos e de aço inoxidável, quando combinados com fios de aço inoxidável. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2007;12(1):67–77. doi: 10.1590/S1415-54192007000100010.
- Bora N, Mahanta P, Kalita D, Deka S, Konwar R, Phukan C. Enamel Surface Damage following Debonding of Ceramic Brackets: A Hospital-Based Study. *The Scientific World Journal*. 2021;2021:1–8. doi: 10.1155/2021/5561040.
- Buonocore MG. A Simple Method of Increasing the Adhesion of Acrylic Filling Materials to Enamel Surfaces. *J Dent Res*. 1955;34(6):849–53. doi: 10.1177/00220345550340060801.
- Cardoso LAM, Valdrighi HC, Vedovello Filho M, Correr AB. Effect of adhesive remnant removal on enamel topography after bracket debonding. *Dental Press J Orthod*. 2014;19(6):105–12. doi: 10.1590/2176-9451.19.6.105-112.oar.
- Cesur E, Arslan C, Orhan AI, Bilecenoğlu B, Orhan K. Effect of different resin removal methods on enamel after metal and ceramic bracket debonding. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie*. 2022;83(3):157–71. doi: 10.1007/s00056-021-00306-1.
- Chevitarese O, Ruellas ACO. Braquetes Ortodônticos como utilizá-los. vol. 1. 2005.
- Correr Sobrinho L, Correr GM, Consani S, Sinhoreti MAC, Consani RLX. Influência do tempo pós-fixação na resistência ao cisalhamento de bráquetes colados com diferentes materiais. *Pesquisa Odontológica Brasileira*. 2002;16(1):43–9. doi: 10.1590/S1517-74912002000100008.
- Degrazia FW, Genari B, Ferrazzo VA, Santos-Pinto A, Grehs RA. Enamel Roughness Changes after Removal of Orthodontic Adhesive. *Dent J (Basel)*. 2018;6(3):39. doi: 10.3390/dj6030039.
- Dumbryte I, Vebriene J, Linkeviciene L, Malinauskas M. Enamel microcracks in the form of tooth damage during orthodontic debonding: a systematic review and meta-analysis of *in vitro* studies. *Eur J Orthod*. 2018;40(6):636–48. doi: 10.1093/ejo/cjx102.

Eliades T. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *The European Journal of Orthodontics*. 2004;26(3):333–8. doi: 10.1093/ejo/26.3.333.

Fleischmann LA, Sobral MC, Santos Júnior GC, Habib F. Estudo comparativo de seis tipos de braquetes ortodônticos quanto à força de adesão. *Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial*. 2008;13(4):107–16. doi: 10.1590/S1415-54192008000400013.

Gonzaga CC, Bravo RP, Pavelski TV, Garcia PP, Correr GM, Leonardi DP, et al. Enamel and Dentin Surface Finishing Influence on the Roughness and Microshear Bond Strength of a Lithium Silicate Glass-Ceramic for Laminate Veneers. *Int Sch Res Notices*. 2015;2015:1–7. doi: 10.1155/2015/243615.

Grocholewicz K. Effect of Orthodontic Debonding and Adhesive Removal on the Enamel – Current Knowledge and Future Perspectives – a Systematic Review. *Medical Science Monitor*. 2014;20:1991–2001. doi: 10.12659/MSM.890912.

Grubisa HSI, Heo G, Raboud D, Glover KE, Major PW. An evaluation and comparison of orthodontic bracket bond strengths achieved with self-etching primer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2004;126(2):213–9. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.01.016.

ISO TR 11405 (International Organization for Standardization. Guidance on testing of adhesion to tooth structure.ISO\TC106\SC 1 N236, Resolution 6 1. CD TR 11405. 1994.

Kim S, Kang M, Kang S, Kim H. Effects of ultrasonic instrumentation on enamel surfaces with various defects. *Int J Dent Hyg*. 2018;16(2):219–24. doi: 10.1111/idh.12339.

Lima LM, Motisuki C, Santos-Pinto L dos, Santos-Pinto A dos, Corat EJ. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. *Braz Oral Res*. 2006;20(2):155–61. doi: 10.1590/S1806-83242006000200012.

Newman G V. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: Progress report. *Am J Orthod*. 1965;51(12):901–12. doi: 10.1016/0002-9416(65)90203-4.

Ozcan M, Finnema K, Ybema A. Evaluation of failure characteristics and bond strength after ceramic and polycarbonate bracket debonding: effect of bracket base silanization. *The European Journal of Orthodontics*. 2008;30(2):176–82. doi: 10.1093/ejo/cjm100.

Profit WR. Aparelhos ortodônticos contemporâneos. In: PROFIT W, editor. *Aparelhos ortodônticos contemporâneos*, vol. 1. 4th ed. 2007. p. 367–400.

Ryf S, Flury S, Palaniappan S, Lussi A, Meerbeek B, Zimmerli B. Enamel loss and adhesive remnants following bracket removal and various clean-up procedures in vitro. *The European Journal of Orthodontics*. 2012;34(1):25–32. doi: 10.1093/ejo/cjq128.

Seeliger J, Machoy M, Koprowski R, Safranow K, Gedrange T, Woźniak K. Enamel Thickness before and after Orthodontic Treatment Analysed in Optical Coherence Tomography. *Biomed Res Int*. 2017;2017:1–7. doi: 10.1155/2017/8390575.

Seixas M. Estudo de propriedades físicas de materiais adesivos ortodônticos. 2005.

Shah P, Sharma P, Goje SK, Kanzariya N, Parikh M. Comparative evaluation of enamel surface roughness after debonding using four finishing and polishing systems for residual resin removal—an in vitro study. *Prog Orthod*. 2019;20(1):18. doi: 10.1186/s40510-019-0269-x.

Sundfeld R, Franco L, Machado L, Pini N, Salomao F, Anchieta R, et al. Treatment of Enamel Surfaces After Bracket Debonding: Case Reports and Long-term Follow-ups. *Oper Dent*. 2016;41(1):8–14. doi: 10.2341/15-003-T.

Swanson LT, Beck JF. Factors affecting bonding to human enamel with special reference to a plastic adhesive. *The Journal of the American Dental Association*. 1960;61(5):581–6. doi: 10.14219/jada.archive.1960.0222.

Thawaba AA, Albelasy NF, Elsherbini AM, Hafez AM. Evaluation of enamel roughness after orthodontic debonding and clean-up procedures using zirconia, tungsten carbide, and white stone burs: an in vitro study. *BMC Oral Health*. 2023;23(1):478. doi: 10.1186/s12903-023-03194-6.

Vidor MM, Felix RP, Marchioro EM, Hahn L. Enamel surface evaluation after bracket debonding and different resin removal methods. *Dental Press J Orthod*. 2015;20(2):61–7. doi: 10.1590/2176-9451.20.2.061-067.oar.

Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics. *Am J Orthod*. 1977;71(2):173–89. doi: 10.1016/S0002-9416(77)90394-3.

Zanini LK, Prietsch J, Conceição E, Manfredi D. Avaliação da resistência da união ao esmalte de bráquetes ortodônticos colados com diferentes materiais adesivos. *Rev Fac Odontol Porto Alegre*. 1997;38(1):16–9.

Zarrinnia K, Eid NM, Kehoe MJ. The effect of different debonding techniques on the enamel surface: An in vitro qualitative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(3):284–93. doi: 10.1016/S0889-5406(95)70023-4.