LILIAN ROCHA GABARRONE

**Avaliação da superfície do esmalte após diferentes tempos de jateamento de
óxido de alumínio indicados para a colagem de braquetes**

São Paulo
2016

LILIAN ROCHA GABARRONE

**Avaliação da superfície do esmalte após diferentes tempos de jateamento de
óxido de alumínio indicados para a colagem de braquetes**

Versão Corrigida

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade de São
Paulo, pelo Programa de Pós-Graduação
em Ciências Odontológicas, para obter o
título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Ortodontia

Orientador: Professor Dr. José Rino Neto.

São Paulo
2016

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-Publicação
Serviço de Documentação Odontológica
Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo

Gabarrone, Lilian Rocha.

Avaliação da superfície do esmalte após diferentes tempos de jateamento de óxido de alumínio indicados para a colagem de braquetes / Lilian Rocha Gabarrone ; orientador José Rino Neto. -- São Paulo, 2016.

107 p. : fig., tab.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas. Área de Concentração: Ortodontia -- Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

Versão corrigida

1. Esmalte dentário. 2. Abrasão dental por ar. 3. Condicionamento do esmalte dentário. 4. Rugosidade. I. Rino Neto, José. II. Título.

Gabarrone LR. Avaliação da superfície do esmalte após diferentes tempos de jateamento de óxido de alumínio indicados para a colagem de braquetes. Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas.

Aprovado em: / /2016

Banca Examinadora

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof(a). Dr(a). _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

A Deus, por me fortalecer em sua existência e me fazer crer que tudo vale a pena!

Aos meus pais, **Cláudio e Geni**, que desde sempre me incentivaram e apoiaram em todos os projetos de minha vida, me dando suporte, muito amor e, o que há de mais valioso na educação de um filho, bons exemplos. Muito obrigada! Amo e admiro muito vocês!

Ao meu marido, **Rafael**, grande companheiro, que me motivou durante toda essa caminhada. Obrigada por me ajudar em diversos momentos da realização desse trabalho e na concretização desse sonho. Obrigada por compreender minha falta de tempo e mesmo assim ter estado ao meu lado por todo ele. Você tornou tudo mais doce e valioso! Te amo muito!

Às minhas irmãs, **Melissa e Roberta**, a quem devo agradecer pela união e amizade eternas. Sempre fomos e sempre seremos cúmplices, pois torcemos uma pelo sonho da outra! Muito obrigada! Devo muito do que sou a vocês. Amo vocês!

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À querida Professora Dra. Lylian Kazumi Kanashiro, a quem agradeço profundamente pelas orientações! Sua dedicação a tudo o que se propõe a fazer é admirável! Foi um grande privilégio poder conviver e aprender com você. Se o mundo contasse com mais pessoas como você, ele certamente seria melhor e mais humano. Grandes mestres educam pelo simples fato de existir, ser coerente e justo. Muito obrigada sempre!

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. João Batista de Paiva, Professor Titular da Disciplina de Ortodontia da Universidade de São Paulo por incentivar a busca pelo conhecimento.

Ao Professor Dr. José Rino Neto, que acreditou em mim e permitiu que eu realizasse o sonho de fazer o curso de mestrado. Muito obrigada pelas orientações e contribuição para o meu desenvolvimento profissional!

Ao querido Professor Dr. Jorge Abrão, a quem admiro muito por sua grandeza como profissional e como ser humano. Obrigada por estar sempre disposto a me ajudar e por incentivar o meu crescimento profissional!

Ao Professor Dr. André Tortamano, à Professora Dra. Gladys Cristina Dominguez Morea e à Professora Dra. Solange Mongelli de Fantini, pelos grandes ensinamentos. Foi uma honra poder aprender com seus exemplos de dedicação e profissionalismo. Muito obrigada por tudo.

Ao Professor Dr. Igor Studart Medeiros, por toda sua atenção e disposição em ajudar. Muito obrigada pelas orientações e sugestões que ajudaram a melhorar a condução deste trabalho!

Ao Professor Dr. Victor Elias Arana-Chavez, chefe do Laboratório de Biologia Oral da Universidade de São Paulo, por sua ajuda com a análise no microscópio eletrônico de varredura. Estendo o agradecimento à Elisângela, técnica do Laboratório que auxiliou o preparo das minhas amostras com muito carinho. Muito obrigada!

À Professora Dra. Izabel Fernanda Machado, do Departamento de Engenharia de Sistemas Mecânicos e Mecatrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, por ter aberto as portas do departamento para que eu pudesse realizar minha pesquisa, utilizando os equipamentos de seu Laboratório. Muito obrigada!

Aos colegas Vanessa Seriacopi, Rafael Obara e Newton Fukumasu, do Departamento de Engenharia de Sistemas Mecânicos e Mecatrônicos da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, pela prestatividade e atenção em me auxiliar no uso dos equipamentos do Laboratório. Estendo o agradecimento para todos os demais colegas que ali conheci e usufrui da colaboração, muito obrigada pela recepção e atenção!

Ao engenheiro Marcello Montagnani da empresa Taylor Hobson do Brasil, que abriu as portas da empresa e auxiliou no desenvolvimento de parte da metodologia desse trabalho.

À Escola Senai, que também permitiu que eu utilizasse os equipamentos para o desenvolvimento de parte de minha pesquisa. Agradeço aos técnicos, Jofre e

Felipe, que por vezes me acompanharam durante o uso dos equipamentos e também contribuíram para o desenvolvimento da metodologia desta pesquisa.

Aos queridos colegas de turma de mestrado, Fábio Yanikian, Tadeu Mendes Junior, Patrick Saraiva, Danielle Sigal Linhares e Felipe Galego, pelo companheirismo, respeito e cooperação mútua. Obrigada por tudo!

À amiga Simone Peixe, a quem pude acompanhar durante o seu mestrado e conviver em vários momentos durante o tempo que estive aqui na FOU SP. Muito obrigada pelos bons momentos!

Às queridas amigas e querido amigo, Julissa Janet Robles-Ruiz, Giselle Guimarães do Carmo, Michelle Sendik, Caroline Ballastreire e Lúcio Uchida, turma de mestrado veterana à minha, que me acolheu e incentivou para conseguir chegar aonde estou. Devo muitos agradecimentos a cada um de vocês! Muito obrigada!

Aos queridos colegas da turma de doutorado, Annelise, Daniela, Helena, Liana, Lucas, Michelle e Ricardo, obrigada pelo bom convívio e ensinamentos!

Às amigas, Ana Maria Carvalho e Giselle Mara Galon, companheiras na Clínica de Ortodontia Lingual que sempre me compreenderam quando precisei me ausentar durante diversos momentos nessa fase do curso de mestrado. Agradeço também pelos momentos de descontração e amizade. Muito obrigada!

Às queridas secretárias do departamento, Edina, Marinalva e Viviane, que sempre estiveram prontas a nos ajudar e tornar nossos momentos no departamento mais alegres e tranquilos. Vocês são demais! Muito obrigada!

Aos técnicos do departamento, Edilson e Ronaldo, que também sempre estiveram dispostos a ajudar no desenvolvimento do meu trabalho e nos nossos deveres no departamento. Obrigada por todo o auxílio durante todos esses anos!

À Professora e amiga, Dra. Dirce Akemi Sakaguchi, que me incentivou a seguir o caminho da ortodontia, além de ter me ajudado na obtenção de dentes para a realização desta pesquisa. Muito obrigada sempre!

À amiga, Patrícia Gaspar, que também contribuiu com a doação de dentes para minha pesquisa. Muito obrigada!

Às queridas bibliotecárias, Vânia e Glauci, que sempre se demonstraram prontas a ajudar e foram essenciais para que este trabalho saísse da melhor forma possível!

*A alegria não chega apenas no encontro do achado,
mas faz parte do processo da busca.
E ensinar e aprender não pode dar-se fora da procura, fora da boniteza e da alegria.*

Paulo Freire

RESUMO

Gabarrone LR. Avaliação da superfície do esmalte após diferentes tempos de jateamento de óxido de alumínio indicados para a colagem de braquetes [dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia; 2016 Versão Corrigida.

Objetivo: avaliar e comparar os efeitos do jato de óxido de alumínio sobre a superfície do esmalte, quando aplicados por tempos diferentes.

Material e métodos: 110 pré-molares foram obtidos por meio de doações do Banco de Dentes da FOUSP. Os dentes foram divididos aleatoriamente em 5 grupos (n=22) para a aplicação de jato de óxido de alumínio por diferentes períodos de tempo. Nos grupos A, B, C, D e E o jato de óxido de alumínio de 50 μ m foi aplicado, respectivamente, por 01, 03, 05, 07 e 10 segundos. Avaliações quantitativas da superfície do esmalte foram realizadas pelas análises das alterações do perfil e da rugosidade (Sa) da superfície vestibular antes e após o seu jateamento, por meio do medidor de perfil Form Talysurf Intra (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania) e do interferômetro a laser Talysurf CCI Lite (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania), respectivamente. Uma avaliação qualitativa da superfície do esmalte foi realizada por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para esta última análise, um exemplar de cada grupo foi selecionado aleatoriamente para que as superfícies de esmalte jateadas fossem devidamente preparadas para as suas leituras. Os dados quantitativos foram comparados pelo teste ANOVA, seguido do teste post hoc de Tukey, adotando-se um nível de significância de 5% ($p= 0,05$).

Resultados: observou-se maior alteração do perfil e da rugosidade conforme se aumentou o tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio. Porém, com relação à alteração do perfil, diferenças estatisticamente significantes foram observadas somente entre o grupo A (1s) quando comparado aos grupos D (7s) e E (10s), e entre o grupo B (3s) quando comparado com o grupo E (10s). Quanto à rugosidade, verificou-se diferença estatisticamente significativa apenas entre o grupo E (10s) quando comparado aos demais grupos. As cinco imagens obtidas pelo microscópio eletrônico de varredura (MEV) demonstraram bastante semelhança entre si, com padrão de condicionamento marcado por picos e vales, porém as imagens dos esmaltes jateados por 1 e 3 segundos apresentaram esses picos e vales em menor quantidade. **Conclusão:** a perda de estrutura dentária e a rugosidade da superfície

do esmalte aumentaram conforme se aumentou o tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio; a aplicação do jato de óxido de alumínio por 1 e 3 segundos promove menos perda de estrutura de esmalte do que quando se jateia o esmalte por 10 segundos; maior rugosidade pode ser obtida com o jateamento de óxido de alumínio por 10 segundos; entretanto, o aspecto morfológico do esmalte dentário é bastante similar, independentemente do tempo de jateamento.

Palavras-Chave: Esmalte dentário. Abrasão dental por ar. Condicionamento do esmalte. Rugosidade.

ABSTRACT

Gabarrone LR. Evaluation of enamel surface after different times of aluminium oxide sandblasting indicated for bracket bonding [Dissertation] São Paulo: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia, 2016. Versão Corrigida.

Objective: To evaluate and compare the effects of aluminium oxide sandblasting on enamel surface when applied at different times.

Materials & Methods: 110 premolars were obtained from the local tooth bank. The teeth were randomly divided into 5 groups ($n = 22$) for application of aluminium oxide sandblasting at different times. In Groups A, B, C, D and E, sandblasting with 50- μm aluminium oxide particles was applied for 01, 03, 05, 07 and 10 seconds, respectively. Quantitative assessments of enamel surface were performed by analysing changes in the profile and roughness (S_a) of the buccal surface before and after sandblasting application by using a profile gauge (Form Talysurf Intra, Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania, USA) and a laser interferometer (Talysurf CCI Lite, Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania, USA), respectively. A qualitative assessment of enamel surface was performed by means of scanning electron microscopy (SEM). For this latter analysis, a sample of each group was randomly chosen so that the sandblasted enamel surfaces could be adequately prepared to be evaluated. The quantitative data were compared by using ANOVA test, followed by *post-hoc* Tukey's test, at a significance level of 5% ($P = 0.05$). **Results:** Profile and roughness were found to be more altered as the sandblasting application time increased. With regard to the profile, however, statistically significant differences were found only in Group A (1s) compared to Groups D (7s) and E (10s), as well as in Group B (3s) compared to Group E (10s). With regard to the roughness, statistically significant difference was also observed only in Group E (10s) compared to the other groups. Five SEM images were demonstrated to be very similar to each other, with the conditioning pattern being marked by peaks and valleys, although SEM images of enamel blasted for 1 and 3 seconds showed peaks and valleys in lesser amount. **Conclusion:** Both loss of dental structure and enamel roughness increased as the time for application of aluminum oxide sandblasting also increased; application of aluminum oxide sandblasting for 1 and 3 seconds produced less loss of enamel structure compared to the 10-second application; more roughness can be obtained with application of aluminum oxide sandblasting for 10 seconds; however,

the morphological aspect of the tooth enamel is very similar, regardless of the application time.

Key-words: Dental enamel. Air abrasion, Dental. Enamel etching. Roughness.

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1 – A – Dispositivo plástico para auxiliar o posicionamento da esfera; B – Esfera centralizada na caixa plástica com o auxílio do dispositivo posicionador; C – Esfera posicionada acima da borda superior da caixa plástica	54
Figura 4.2 – Dente com o ápice da raiz cortada e com o adesivo de abertura circular de 3mm de diâmetro colado em sua face vestibular.....	55
Figura 4.3 – Posicionamento do dente na caixa plástica longo eixo da face vestibular paralelo às bordas laterais da caixa	56
Figura 4.4 – Dispositivo utilizado para auxiliar o posicionamento do dente, mantendo o centro da face vestibular paralelo à base da caixa plástica	57
Figura 4.5 – Dente e esfera de aço fixados com auxílio de gesso especial tipo IV.....	57
Figura 4.6 – Dispositivo para manter o bico do jateador à 5mm de distância e perpendicular à face vestibular do dente.....	58
Figura 4.7 – Perfilômetro Form Talysurf Intra (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania).....	59
Figura 4.8 – Placa metálica encaixada à parte anterior do perfilômetro, com dispositivo para o encaixe e imobilização das amostras com o longo eixo da face vestibular paralelo ao braço principal do perfilômetro.....	60
Figura 4.9 – Eixos de deslocamento do braço do perfilômetro (Y) e do dispositivo da placa metálica (X).....	61
Figura 4.10 – Leitura do perfil da face vestibular da coroa clínica, ao longo de seu eixo vertical.....	61
Figura 4.11 – Sobreposição dos perfis em T0 (verde) e T1 (azul).....	62
Figura 4.12 – Interferômetro a laser Talysurf CCI Lite (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania).....	63

Figura 4.13 – Placa metálica posicionada sobre a mesa do Interferômetro, garantindo a mesma posição de leitura em T0 e T1.....	64
Figura 5.1 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 1 segundo (aumento de 2500 vezes).....	74
Figura 5.2 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 3 segundos (aumento de 2500 vezes)	74
Figura 5.3 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 5 segundos (aumento de 2500 vezes).....	75
Figura 5.4 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 7 segundos (aumento de 2500 vezes).....	75
Figura 5.5 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 10 segundos (aumento de 2500 vezes).....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 – Avaliação da reprodutibilidade do método: teste t pareado	69
Tabela 5.2 – Alterações máximas nos perfis dos dentes (ΔZ): medidas de tendência central e comparação das médias de acordo com os diferentes tempos de jateamento com óxido de alumínio de 50 μ m	70
Tabela 5.3 – Avaliação da reprodutibilidade do método: teste t pareado	71
Tabela 5.4 – Incremento da rugosidade do esmalte: medidas de tendência central e comparação das médias de acordo com os diferentes tempos de jateamento com óxido de alumínio de 50 μ m.....	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
2 REVISÃO DA LITERATURA	29
3 PROPOSIÇÃO	45
4 MATERIAIS E MÉTODOS	49
4.1 MATERIAIS	51
4.2 MÉTODOS	52
5 RESULTADOS.....	67
6 DISCUSSÃO.....	77
7 CONCLUSÕES.....	89
REFERÊNCIAS.....	93
ANEXOS.....	101

INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A literatura apresenta muitos estudos sobre diferentes formas de aumentar a resistência de união entre o braquete e o dente (Türkoz; Ulusoy, 2012) devido à importância que isso representa para o sucesso do tratamento ortodôntico (Zarif Najafi et al., 2015). Sabe-se que o descolamento de um braquete durante o tratamento ortodôntico causa aumento do tempo de consulta, aumento do custo com materiais e atraso no tempo total do tratamento (Vicente et al., 2004; Robles-Ruiz et al., 2014).

Além dos motivos gerais citados acima, existem algumas situações especiais que levam o ortodontista a se interessar ainda mais pelo aumento da resistência dos braquetes aos dentes, como acontece nos casos de esmalte com fluorose e nos tratamentos ortodônticos linguais.

O esmalte com fluorose é considerado ácido-resistente e, portanto, não responde bem ao protocolo de condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos, apresentando maior número de falhas de colagem (Suma et al., 2012; Zarif Najafi et al., 2015).

No tratamento com a técnica lingual, o descolamento do braquete é mais prejudicial do que no tratamento ortodôntico com braquetes convencionais (Wiechmann, 2000). Além dos prejuízos citados anteriormente, nesta técnica a recolagem dos braquetes é feita de modo indireto, o que aumenta ainda mais o tempo de consulta, além de suscitar maior chance ao erro de posicionamento na recolagem (Scholz; Swartz, 1982; Wiechmann, 2000; Robles-Ruiz et al., 2014).

Para se aumentar a resistência de união dos braquetes, devemos observar 3 aspectos principais: características das bases dos braquetes, condicionamento da superfície do esmalte e material de união entre as bases dos braquetes e o esmalte.

No que se refere ao condicionamento do esmalte dentário, existem diversas técnicas sugeridas na literatura para realizá-lo. A técnica de condicionamento com

ácido fosfórico a 37% é a mais utilizada (Reisner et al., 1997; van Waveren Hogervost et al., 2000; Canay et al., 2000; Brosh et al., 2005; Brauchli et al., 2010; Türköz; Ulusoy, 2012; Robles-Ruiz et al., 2015; Zarif Najafi et al., 2015), porém, existem técnicas alternativas como, o uso de diferentes ácidos (Ärtun; Bergland, 1984; Bishara et al., 2000), o uso do laser de alta potência (Sagir et al., 2013), e o uso do jato de óxido de alumínio associado ao ácido fosfórico (Wiechmann, 2000; Cal-Neto et al., 2011; Suma et al., 2012; Zarif Najafi et al., 2015).

Todas as técnicas de condicionamento do esmalte sugeridas apresentam um aspecto em comum; o objetivo é sempre o de criar micro identações retentivas que permitam ao agente de colagem penetrar no esmalte e atingir retenção mecânica por imbricação (Craig; Powers, 2002; Mehdi et al., 2009).

A técnica do jateamento de óxido de alumínio associado à aplicação de ácido fosfórico é considerada eficiente para o condicionamento do esmalte (Chinelatti et al., 2007) e para o incremento da resistência de união entre o braquete e o dente (Wiechmann, 2000; Cal-Neto et al., 2011; Suma et al., 2012; Zarif Najafi et al., 2015). Entretanto, os trabalhos na literatura que avaliam a estrutura do esmalte após o jateamento ainda são escassos. Van Waveren Hogervost et al. (2000) avaliaram a perda de estrutura dentária após diferentes protocolos de jateamento com óxido de alumínio, variando o tempo de aplicação (1 e 5 segundos) e a pressão de jateamento (14,5-, 29-, e 43,5 psi). Robles-Ruiz et al. (2015) avaliaram a rugosidade do esmalte após o jateamento de óxido de alumínio com diferentes tamanhos de partículas (27-, 50-, e 90 μ m), previamente ao condicionamento com ácido fosfórico. Patcas et al. (2015) também avaliaram a rugosidade do esmalte após diferentes métodos de condicionamento do esmalte, estando entre eles, o método de jateamento com óxido de alumínio.

Considerando a grande preocupação que existe em manter a integridade do esmalte dentário após qualquer técnica de condicionamento (Mehdi et al., 2009), nos propusemos a avaliar a quantidade de perda de estrutura e a rugosidade que diferentes tempos de aplicação do jato de óxido de alumínio, sugeridos na literatura, poderiam promover na superfície do esmalte, visto que o tempo de aplicação do jato é bastante variado e inconstante entre os estudos.

REVISÃO DA LITERATURA

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 SITUAÇÕES CLÍNICAS QUE REQUEREM AUMENTO NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE O BRAQUETE E O DENTE

Apesar de já existirem protocolos eficientes de colagem de braquetes descritos na literatura (van Waveren Hogervost et al., 2000; Canay et al., 2000; Brauchli et al., 2010; Türköz; Ulusoy, 2012) e comprovados clinicamente, ainda há situações em que o ortodontista sente dificuldade de manter o braquete colado ao dente de forma satisfatória.

A colagem de braquetes em superfícies que não sejam de esmalte como em dentes com restaurações de amálgama, resina, coroas metálicas e de porcelana, complicam significativamente os mecanismos de adesão (Espinhar-Escalona et al., 2012).

Entretanto, existem outras situações clínicas em que a superfície é de esmalte, mas se necessita aumentar a resistência de união entre o braquete e o dente. Uma destas circunstâncias ocorre quando se utiliza a técnica ortodôntica lingual (Wiechmann, 2000). Nesta técnica, a colagem e a recolagem dos braquetes é normalmente realizada por meio da colagem indireta devido à dificuldade do acesso visual e também à grande variabilidade da anatomia das faces linguais dos dentes, o que requer maior tempo clínico. Além deste inconveniente, este processo aumenta o risco de erros de posicionamento do braquete (Robles-Ruiz et al., 2014).

Um outro momento em que se defronta com a necessidade de aumento da resistência de união do braquete ao esmalte, é naquela situação em que envolve a alteração da estrutura do esmalte dentário. Zarif Najafi et al. (2015) estudaram a resistência de união de braquetes metálicos em dentes com e sem fluorose, após diferentes técnicas de condicionamento do esmalte e concluíram que a presença de fluorose no esmalte dentário afeta negativamente a resistência de união entre o braquete e o dente. A diminuição da resistência de união entre o braquete e o

esmalte em casos de fluorose dentária deve ocorrer devido à camada mais externa do esmalte ser ácido-resistente (Denbesten; Thariani, 1992; Adanir et al., 2009; Suma et al., 2012).

2.2 TÉCNICAS DE CONDICIONAMENTO DO ESMALTE PARA AUMENTO DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO ENTRE O BRAQUETE E O DENTE

Uma das maneiras de promover o incremento da resistência de união entre o braquete e o dente, se acredita ser aumentando a rugosidade da superfície do esmalte dentário, de forma a promover maior número de imbricações entre essa superfície e o adesivo (Mehdi et al., 2009; Espinar-Escalona et al., 2012). Para tanto, algumas sugestões de técnicas de condicionamento do esmalte, com o intuito de aumentar a rugosidade da superfície e/ou a resistência de união entre o esmalte e o braquete, são encontradas na literatura.

Wiechmann (2000) comparou a resistência de união entre dente e material de colagem indireta frente a duas diferentes técnicas de condicionamento do esmalte. O autor utilizou 40 dentes bovinos para o estudo. Vinte dentes foram jateados com óxido de alumínio de 50µm, por 3 segundos, a uma distância de 5mm da superfície do esmalte, seguidos por condicionamento com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos. Os outros 20 dentes foram condicionados apenas com o ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos, sem jateamento prévio. Ele concluiu que o jateamento com óxido de alumínio previamente ao condicionamento ácido aumenta a resistência de união entre esmalte e material de colagem indireta e considerou o jateamento como um importante passo no processo de colagem indireta.

Halpern e Rouleau (2010) se propuseram a determinar o melhor método de preparo da superfície do dente para a retenção de braquetes ortodônticos colados frente a uma força de tensão. Eles utilizaram 212 pré-molares inferiores que foram divididos randomicamente em 4 grupos (n = 53). O grupo 1 (controle) não recebeu nenhum jateamento prévio ao uso do primer autocondicionante Transbond Plus (3M Unitek, Monrovia, California, EUA). Os grupos 2, 3 e 4 receberam jateamento com partículas de óxido de alumínio de 25-, 50- e 100µm, a uma distância de 2,1cm,

perpendicular à superfície vestibular dos dentes, sob pressão de 70 psi, por menos de 1 segundo. Os dentes dos grupos 2, 3 e 4 foram também condicionados com o primer autocondicionante Transbond Plus após o jateamento. Os resultados do estudo demonstraram que os métodos de condicionamento que proporcionaram as melhores retenções dos braquetes foram, em ordem decrescente: jateamento com óxido de alumínio de 100µm, jateamento com óxido de alumínio de 50µm, jateamento com óxido de alumínio de 25µm, todos associados ao primer autocondicionante Transbond Plus, e nenhum jateamento.

Cal-Neto et al. (2011) avaliaram a influência do jateamento do esmalte, previamente ao condicionamento, na resistência de união de braquetes linguais colados indiretamente. Foram utilizados 40 pré-molares superiores, divididos randomicamente em dois grupos. No grupo 1 (controle) os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Já no grupo 2 as superfícies linguais foram jateadas com óxido de alumínio de 50µm por 3 segundos, a uma distância de 5mm, sob pressão de 65-70psi, previamente ao condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Eles concluíram que o jateamento com óxido de alumínio previamente ao condicionamento ácido aumenta a resistência de união de braquetes linguais colados indiretamente *in vitro*.

Türköz e Ulusoy (2012) tiveram como objetivo comparar os efeitos de diferentes técnicas de condicionamento do esmalte para a colagem de braquetes em termos de resistência de união, índice de resina remanescente (ARI) e análise com microscópio eletrônico de varredura. Os autores utilizaram 90 pré-molares que foram randomicamente divididos em 6 grupos (n = 15). No grupo 1, os dentes foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. No grupo 2, foi aplicado um primer autocondicionante (SEP; Transbond Plus; 3M Unitek, Monrovia, CA, USA) que foi esfregado suavemente sobre a superfície do esmalte por 5 segundos. No grupo 3, os dentes foram jateados com óxido de alumínio de 50µm, a uma distância de 1mm, perpendicular à superfície do esmalte, com pressão de 65-70psi, por 10 segundos. No grupo 4, os dentes foram inicialmente jateados como no grupo 3 e, em seguida, foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. No grupo 5, as superfícies dos esmaltes dos dentes foram condicionadas com laser Er:YAG (Kavo Key 3, hand-piece 2060TM; Kavo Dental GmbH, Biberach, Germany), administrado a 350mJ/pulso com frequência de 4Hz, a uma distância de 1mm. Para

o grupo 6, os dentes foram condicionados com laser como no grupo 5 e em seguida, foram condicionados com ácido fosfórico a 35% por 15 segundos. Os autores concluíram que, apesar de o condicionamento com laser promover maior resistência de união, esse método resultou em considerável dano à superfície do esmalte, observado com microscópio eletrônico de varredura. Portanto, o condicionamento ácido e a técnica autocondicionante foram considerados mais seguros para a colagem de braquetes ortodônticos. E tendo em vista que o jateamento com óxido de alumínio, apenas, não promoveu resistência de união suficiente, essa técnica deve ser acompanhada por condicionamento ácido para atingir melhores resultados.

Suma et al. (2012) avaliaram o efeito do jateamento com óxido de alumínio e compararam os diferentes tipos de materiais de colagem na resistência de união de braquetes metálicos colados em superfícies de esmalte com fluorose. Para o estudo, os autores utilizaram 60 pré-molares, apresentando graus de fluorose que variavam de moderado a grave, divididos em 3 grupos (n = 20). Os seguintes protocolos de condicionamento do esmalte e de colagem dos braquetes (Gemini series, 3M Unitek) foram utilizados: grupo 1 – condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos e colagem com o adesivo Transbond XT; grupo 2 – jateamento com partículas de 50µm de óxido de alumínio por 5 segundos, com 80psi de pressão, a uma distância de 10mm e angulação de 45° da superfície do esmalte, seguido de condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 60 segundos, e colagem com o adesivo Transbond XT; grupo 3 – jateamento e condicionamento ácido idêntico ao grupo 2, porém a colagem foi realizada com o adesivo Enlight LC. Os autores concluíram que o jateamento com óxido de alumínio seguido de condicionamento ácido produz maior resistência de união em esmaltes com fluorose do que o condicionamento ácido apenas, independente do sistema adesivo utilizado.

Zarif Najafi et al. (2015) avaliaram a resistência de união de braquetes metálicos colados em dentes com e sem fluorose após quatro diferentes métodos de condicionamento. Eles utilizaram 176 pré-molares para o estudo, 88 com fluorose moderada e 88 sem fluorose. Os dentes foram divididos randomicamente em oito grupos iguais (n=20), e os outros 16 dentes foram reservados para uma análise qualitativa. Os grupos de 1 a 4 corresponderam aos dentes sem fluorose, e os de 5 a 8, aos com fluorose. Os dentes dos grupos 1 e 5 receberam condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos sobre a superfície vestibular. Os dentes dos

grupos 2 e 6 receberam condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 120 segundos. Os dentes dos grupos 3 e 7 tiveram suas faces vestibulares jateadas com óxido de alumínio de 50µm por 5 segundos a 40lb de pressão, a 10mm de distância, e em seguida receberam condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Os dentes dos grupos 4 e 8 foram irradiados com laser Er:YAG por 10 segundos antes de receberem o condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Os resultados mostraram que o aumento do tempo de condicionamento da superfície do esmalte com o ácido fosfórico e a técnica que combina o jato de óxido de alumínio com o ácido fosfórico foram eficientes em incrementar a resistência de união dos braquetes à superfície do esmalte quando comparados ao grupo controle, embora não tenham sido estatisticamente significantes. A conclusão dos autores foi que nenhum dos métodos foi eficiente em aumentar significativamente a resistência de união entre braquetes metálicos e dentes com fluorose e que a aplicação do laser Er:YAG diminuiu a resistência de união entre o braquete e o dente, tanto em dentes com fluorose quanto nos dentes sem fluorose.

2.3 JATO DE ÓXIDO DE ALUMÍNIO

2.3.1 Mecanismo de funcionamento do jato de óxido de alumínio

A tecnologia do jateamento consiste no uso da velocidade da partícula de óxido de alumínio projetada por ar sob pressão, que quando impacta na superfície do dente, resulta numa remoção rápida e eficiente de substâncias (Black, 1945, Phoenix; Shen, 1995; Laurell; Hess, 1995; Mulcahey et al., 1999).

O primeiro aparelho jateador foi introduzido por Black em 1945 para o preparo não-mecânico de cavidades e para a realização de profilaxias. O aparelho desenvolvido poderia ser regulado com baixa pressão de ar (25-40 psi) para ser utilizado em profilaxias e, em níveis de pressão mais alta (80-90 psi), para a

remoção de manchas, preparos cavitários, alívio de cúspides presentes em oclusão traumática e remoção de restaurações antigas (Santos-Pinto, 2000).

Esse equipamento perdeu popularidade no final dos anos 50 devido a significantes desvantagens, como a inabilidade de criar ângulos definidos para determinadas restaurações (Epstein, 1951; Morrison; Berman, 1953; Meyers, 1954), a remoção demorada de materiais como amálgama e ouro, e a excessiva produção de pó abrasivo durante o seu uso. E, com o advento do motor de alta rotação, a tecnologia do jateador declinou ainda mais (Goldstein; Parkins, 1994; Laurell; Hess, 1995; Olsen et al., 1997; Peruchi et al., 2002; Mehdi et al., 2009).

O seu uso foi retomado devido ao progresso no desenvolvimento de materiais dentários restauradores diretos que não precisavam mais de uma cavidade de ângulos bem definidos para serem utilizados (Laurell; Hess, 1995; Peruchi et al., 2002), por ser considerado um instrumento seguro para proteger os tecidos moles orais (Olsen et al., 1997) e também quando foi observado que o jateamento pode ser utilizado para promover uma superfície rugosa e irregular em materiais como ouro, amálgama e porcelana (Zachrisson; Buyukyilmaz, 1993), com o aumento da área de superfície e o consequente aumento da molhabilidade para um sistema adesivo (Los; Barkmeier, 1994).

Porém, o condicionamento do esmalte apenas com jato de óxido de alumínio demonstrou-se inaceitável clinicamente (Olsen et al., 1997; Canay et al., 2000; Berk et al., 2008), mas eficiente quando utilizado previamente ao condicionamento ácido ou ao SEP (Canay et al., 2000; Halpern; Rouleau, 2010).

2.3.2 Protocolos de aplicação

Diversas pesquisas aplicaram jato de óxido de alumínio como método de condicionamento do esmalte. E, entre essas pesquisas, é observada grande variação no protocolo de aplicação do jato. O jateamento com óxido de alumínio

pode variar na pressão do ar, tamanho da partícula, distância e angulação da ponta ativa do aparelho à superfície do dente e tempo de aplicação.

Com relação à pressão do ar, encontra-se na literatura relatos de jateamento com 14,5 psi (van Waveren Hogervost et al., 2000), 60-80 psi (Reisner et al., 1997; Canay et al., 2000; Brosh et al., 2005; Berk et al., 2008; Halpern; Rouleau, 2010; Cal-Neto et al., 2011; Türköz e Ulusoy., 2012; Suma et al., 2012; Pakshir et al., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015), e 160 psi (Olsen et al., 1997).

Já quanto à partícula de óxido de alumínio, os tamanhos utilizados variam entre 25-27µm (Chinelatti et al., 2007; Halpern e Rouleau, 2010; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015), 50µm (Olsen et al., 1997; Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; van Waveren Hogervost et al., 2000; Canay et al., 2000; Brosh et al., 2005; Berk et al., 2008; Halpern; Rouleau, 2010; Cal-Neto et al., 2011; Türköz; Ulusoy, 2012; Suma et al., 2012; Pakshir et al., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015; Zarif Najafi et al., 2015) e 90-100 µm (Olsen et al., 1997; Halpern; Rouleau, 2010; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015).

Sobre a distância do bico do jateador à superfície do esmalte, encontra-se descrito na literatura estudos que jateiam a 1mm (van Waveren Hogervost et al., 2000; Berk et al., 2008; Türköz; Ulusoy, 2012), a 2mm (Chinelatti et al., 2007), a 5-6mm (Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; Brosh et al., 2005; Cal-Neto et al., 2011; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015), a 10mm (Olsen et al., 1997; Canay et al., 2000; Suma et al., 2012; Pakshir et al., 2012; Zarif Najafi et al., 2015) e a 21 mm (Halpern; Rouleau, 2010).

Nem todos os estudos relatam a angulação do bico do jateador em relação à superfície do esmalte durante o jateamento (Olsen et al., 1997; Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; Brosh et al., 2005; Cal-Neto et al., 2011; Pakshir et al., 2012), porém, entre os estudos que relatam, encontram-se descritos os ângulos de 45° (Canay et al., 2000; Chinelatti et al., 2007; Suma et al., 2012), 80° (Peruchi et al., 2002) e 90° (van Waveren Hogervost et al., 2000; Berk et al., 2008; Halpern; Rouleau, 2010; Türköz; Ulusoy., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015).

Já com relação ao tempo de aplicação, os estudos também variam entre si. Encontra-se relatos de aplicação por menos de 1 segundo (Halpern; Rouleau, 2010), 2-3 segundos (Olsen et al., 1997; Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; Cal-Neto et al., 2011; Pakshir et al., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015), 5 segundos (Canay et al., 2000; Brosh et al., 2005; Suma et al., 2012; Zarif Najafi et al., 2015), 10 segundos (Chinelatti et al., 2007; Berk et al., 2008; Türköz; Ulusoy, 2012) e 15 e 30 segundos (van Waveren Hogervost et al., 2000).

2.4 ANÁLISES QUANTITATIVA E QUALITATIVA DA ESTRUTURA DENTÁRIA

O condicionamento do esmalte dentário implica em alterações da sua estrutura, que pode ser em menor ou em maior grau. O desejo dos profissionais é encontrar um protocolo de condicionamento seguro e eficiente, ou seja, que promova a menor perda de estrutura possível, com o maior ganho de identações na sua superfície que possibilitem a aderência eficiente de um sistema adesivo (Mehdi et al., 2009).

Alguns estudos se propuseram a avaliar o efeito causado na estrutura dentária após diferentes tipos de condicionamento. Olsen et al. (1997) compararam a técnica tradicional de condicionamento da superfície do esmalte por ácido fosfórico com a técnica de condicionamento por jateamento abrasivo, utilizando tamanhos de partículas diferentes. Eles analisaram a estrutura do esmalte pós-condicionamento por meio de imagens obtidas por microscópio eletrônico de varredura. Os autores observaram que o esmalte condicionado por ácido fosfórico apresentou prismas de rugosidade com formatos semelhantes a favos de mel, enquanto que o esmalte condicionado com jato de óxido de alumínio não apresentou regularidade de forma. Eles observaram apenas que a superfície jateada com partículas de 50 µm apresentou-se mais lisa que a superfície jateada com partículas de 90 µm.

Reisner et al. (1997) compararam a rugosidade causada na superfície do esmalte após diferentes protocolos de condicionamento. Os protocolos de condicionamento aplicados foram quatro: A – jateamento com óxido de alumínio de

50 μm , B – jateamento com óxido de alumínio de 50 μm seguido de condicionamento com ácido fosfórico a 37%, C – desgaste da superfície vestibular com broca 1172 seguido de condicionamento com ácido fosfórico a 37% e D – polimento com taça de borracha e pasta seguido de condicionamento com ácido fosfórico a 37%. A avaliação da rugosidade do esmalte foi realizada através de análise qualitativa, no microscópio eletrônico de varredura, e análise quantitativa, com perfilômetro óptico (Roughness/Step Height Tester, RST, WYKO Corp.). As imagens obtidas pelo microscópio eletrônico de varredura foram expostas no artigo, porém os autores não fizeram nenhuma consideração sobre o aspecto visual de cada grupo. Para a análise quantitativa, os autores levaram em consideração os valores de rugosidade média (R_a). A rugosidade média (R_a) para o grupo A foi de 1232 ± 289 nm; para o grupo B, 1556 ± 153 nm; para o grupo C, 1680 ± 650 nm; e para o grupo D, 1268 ± 180 nm. Embora não tenham encontrado diferença estatística entre os grupos, os autores ressaltaram que o grupo que produziu a superfície mais rugosa foi o C (preparado com a broca 1172), e o grupo que produziu a menor rugosidade foi o A (preparado com jato de óxido de alumínio 50 μm).

van Waveren Hogervost et al. (2000) compararam a técnica de jateamento com a técnica convencional de condicionamento ácido do esmalte. Para a avaliação da perda de esmalte dentário pós-condicionamento, eles utilizaram 42 incisivos bovinos, cujas superfícies de esmalte haviam sido planificadas antes do estudo. Os 42 dentes foram divididos em 7 grupos ($n = 6$), de acordo com a técnica de condicionamento realizada: grupo 1 – condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos; grupo 2 – jateamento com óxido de alumínio, com 14,5 psi de pressão e 1 segundo de aplicação; grupo 3 – jateamento com óxido de alumínio, com 14,5 psi de pressão e 5 segundos de aplicação; grupo 4 – jateamento com óxido de alumínio, com 29 psi de pressão e 1 segundo de aplicação; grupo 5 – jateamento com óxido de alumínio, com 29 psi de pressão e 5 segundos de aplicação; grupo 6 – jateamento com óxido de alumínio, com 43,5 psi de pressão e 1 segundo de aplicação; grupo 7 – jateamento com óxido de alumínio, com 43,5 psi de pressão e 5 segundos de aplicação. Os jateamentos foram realizados com partículas de óxido de alumínio de 50 μm , a 1mm de distância da superfície do esmalte, num eixo perpendicular de aplicação. A rugosidade da superfície de cada amostra foi

medida por um perfilômetro (Perthometer PRK, Perthen, Hannover, Germany) que realizou 25 medições de cada dente no sentido cérico-incisal, com intervalos de 0,25mm. A determinação do valor de esmalte perdido foi feita com a comparação dos valores de rugosidade obtidos para cada dente antes e depois do condicionamento. Também foram realizadas imagens em microscópio eletrônico de varredura de todos os grupos. Os autores concluíram que não houve diferença significativa na quantidade de perda de esmalte entre o grupo jateado com baixa pressão (14,5 psi), por 1 segundo e o grupo condicionado com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Concluíram também que o jateamento por maiores tempos ou com maior pressão resultou em significativo aumento da quantidade de perda de esmalte. Apenas três imagens obtidas pelo microscópio eletrônico de varredura foram expostas no artigo: esmalte jateado com óxido de alumínio 50 µm, sob pressão de 14,5 psi, por 1 segundo; esmalte jateado com óxido de alumínio 50 µm, sob pressão de 43,5 psi, por 5 segundos; e esmalte condicionado com ácido fosfórico a 37%, por 30 segundos. Os autores consideraram que as imagens dos grupos jateados com óxido de alumínio demonstram perda irreversível do esmalte, enquanto a imagem do grupo condicionado com ácido fosfórico demonstra componentes orgânicos intactos, o que permite a remineralização da superfície condicionada.

Chinelatti et al. (2007) analisaram a morfologia do esmalte após diferentes tipos de condicionamento, por meio de avaliação com microscópio eletrônico de varredura (MEV). Os tipos de condicionamentos aplicados foram: condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 15 segundos; condicionamento com jato de óxido de alumínio de 27,5µm, com 60psi de pressão, a 2mm de distância da superfície do esmalte, por 10 segundos; e condicionamento com jato de óxido de alumínio seguido por aplicação do ácido fosfórico, seguindo as mesmas condições de aplicação para o jato e para o ácido descritos acima. Os autores observaram que o esmalte condicionado apenas com o ácido fosfórico apresentou a formação de micro porosidades, em que os tecidos periféricos dos prismas estavam dissolvidos e as partes centrais estavam intactas (padrão tipo 2); que o esmalte condicionado apenas com o jato de óxido de alumínio exibiu um aspecto irregular, sem um padrão de condicionamento definido; e que o esmalte condicionado com jato de óxido de alumínio seguido de aplicação de ácido fosfórico apresentou um padrão similar ao esmalte que foi condicionado com ácido fosfórico apenas.

Robles-Ruiz et al. (2015) compararam o incremento da rugosidade do esmalte lingual após diferentes protocolos de condicionamento. Foram utilizados 24 dentes para o estudo e os protocolos utilizados foram: condicionamento com ácido fosfórico a 37% e jateamentos com óxido de alumínio de 27-, 50- e 90 μm seguidos de condicionamento com ácido fosfórico a 37%. Para a avaliação do incremento da rugosidade do esmalte, os autores utilizaram um microscópio a laser confocal (Leica DCM 3D; Sensofar-Tech, Terrassa, Spain) e realizaram uma leitura antes (T0) e uma após (T1) os condicionamentos. A área de leitura foi de 636,61 x 477,25 μm no centro da superfície lingual e as imagens foram obtidas com a objetiva de aumento de 10 vezes. Os parâmetros avaliados foram rugosidade média (Ra) e pico máximo (Rz), mensurados em micrômetros (μm). Foram realizadas leituras de 5 linhas verticais e 5 linhas horizontais, num total de 10 linhas por área. Os valores médios de Ra e Rz de cada dente foram obtidos com a média dos valores encontrados pela leitura dessas 10 linhas. Quatro dentes, um para cada protocolo de condicionamento, foram utilizados para avaliação em microscópio eletrônico de varredura (LEO 450 model; LEO Electron Microscopy, Ltd, Cambridge, United Kingdom), para a identificação do padrão de condicionamento do esmalte de acordo com o estudo de Silverstone et al. Os autores concluíram que o jateamento da superfície lingual do esmalte com óxido de alumínio de 27-, 50- e 90 μm previamente ao condicionamento com ácido fosfórico resulta em uma maior rugosidade e produz um padrão de condicionamento mais uniforme que o apresentado pelo condicionamento com ácido fosfórico somente.

Patcas et al. (2015) se propuseram a determinar as propriedades da superfície do esmalte após o jateamento com óxido de alumínio e após o condicionamento com ácido fosfórico e as características dessas superfícies após a colagem de um adesivo ortodôntico. Eles utilizaram para o estudo 30 pré-molares que foram divididos em seis grupos (n=5): grupo cujo esmalte foi deixado intacto; grupo cujo esmalte foi jateado com óxido de alumínio; grupo que o esmalte recebeu condicionamento ácido; grupo que o esmalte foi jateado com óxido de alumínio seguido de condicionamento ácido; grupo que o esmalte foi condicionado com ácido fosfórico apenas e após foi colado um braquete metálico; e, finalmente, o grupo que o esmalte foi jateado com óxido de alumínio, seguido de condicionamento ácido e teve um braquete metálico colado em sua superfície. Todos os tratamentos foram

realizados na superfície vestibular dos dentes. Para o jateamento com óxido de alumínio, a partícula utilizada foi a de 50 μ m, a uma pressão de 36,26 psi, a 5 mm de distância, por 5 segundos. Para o condicionamento ácido, foi utilizado o ácido fosfórico a 35% aplicado por 30 segundos. A rugosidade da superfície foi examinada em 5 regiões por dente com um Interferômetro óptico (Wyko NT 1100; Veeco, Tucson, Ariz), operado com a lente de 20 vezes, com área de leitura de 113 x 148,5 μ m. Os parâmetros avaliados foram rugosidade média da superfície (S_a), o desvio padrão da distribuição da altura (S_q), a média da diferença entre os cinco picos mais altos e os cinco vales mais baixos (S_z), o parâmetro híbrido (S_{dr}) e o parâmetro funcional (S_{ci}). A metodologia do estudo para a avaliação da perda de estrutura dentária consistiu em recobrir uma metade da face vestibular dos dentes para obter duas interfaces após o condicionamento das superfícies expostas, a tratada pelo condicionamento e a não tratada. Por meio do delineamento de três linhas de perfil que passavam pela interface tratada e não-tratada os autores avaliaram o valor da perda de estrutura de esmalte medindo a diferença vertical entre essas regiões. A aquisição dos parâmetros de perda de estrutura dentária foi realizada em aumento de 5 vezes e numa área de 231,1 x 303,8 μ m. As linhas de perfil foram niveladas com funções exponenciais negativas (Sigma Plot version 12; Sysstat, San Jose, Calif.). A morfologia do esmalte foi ainda avaliada com o microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram que o jateamento com óxido de alumínio mais o condicionamento com ácido fosfórico cria uma superfície de esmalte rugosa, típica de condicionamento tipo I, com a maior extensão de perda de esmalte. Além disso, observaram que não houve diferença estatística na quantidade de resina infiltrada no esmalte após a colagem do braquete nas superfícies de esmalte que foram apenas jateadas e nas que foram jateadas e condicionadas com ácido, porém que essa última superfície apresentou melhores características interfaciais.

Zarif Najafi (2015) avaliaram por análise em microscópio eletrônico de varredura a superfície de dentes com e sem fluorose após quatro diferentes técnicas de condicionamento do esmalte. As técnicas utilizadas no estudo foram: condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos; condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 120 segundos; jateamento com óxido de alumínio de 50 μ m por 5 segundos, a 10 mm de distância da superfície do esmalte, com 4-lb de pressão e subsequente condicionamento com ácido fosfórico a 37% por 30

segundos; e aplicação de laser Er:YAG por 10 segundos e subsequente aplicação de ácido fosfórico a 37% por 30 segundos. Os autores observaram que os dentes com fluorose condicionados com ácido fosfórico a 37% por 30 segundos apresentaram menos irregularidades que os dentes sem fluorose condicionados da mesma forma e que maiores irregularidades foram observadas nos dentes, com e sem fluorose, condicionados com ácido fosfórico por 120 segundos.

PROPOSIÇÃO

3 PROPOSIÇÃO

Verificando na literatura a existência de indicação de diferentes tempos para a aplicação de jato de óxido de alumínio no esmalte para incrementar a resistência de união de braquetes em algumas situações clínicas, o objetivo do presente trabalho foi avaliar e comparar:

- 1) A perda de estrutura de esmalte
- 2) A rugosidade do esmalte

Após o condicionamento da superfície de esmalte com jato de óxido de alumínio de 50 μm por diferentes períodos de tempo (01, 03, 05, 07 e 10 segundos).

MATERIAIS E MÉTODOS

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

a) Montagem dos corpos de prova

- 110 pré-molares humanos
- Curetas
- Plástico adesivo (Con-Tact, Vulcan, RJ, Brasil)
- Disco diamantado
- Caixas plásticas retangulares (30mm de comprimento x 20mm de largura x 10mm de altura)
- Esferas de aço inoxidável de 5mm de diâmetro
- Dispositivos para posicionar a esfera e o dente
- Segmentos de mangueira de silicone de 4mm de diâmetro e 6mm de altura
- Massa Durepoxi (Loctite, Henkel Ltda, SP, Brasil)
- Cola instantânea
- Pinça de ponta reta
- Gesso especial tipo IV (Durone-Dentisply Ind. e Com., RJ, Brasil)

b) Armazenamento das amostras

- Água destilada
- Potes plásticos

c) Avaliação quantitativa e qualitativa do esmalte

- Interferômetro óptico Talysurf CCI Lite (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania)
- Perfilômetro Form Talysurf Intra (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania)
- Microscópio eletrônico de varredura (LEO-430, LEO Eletron Microscopy Ltd, Cambridge, London)

- Placas metálicas para padronizar o posicionamento das amostras no interferômetro óptico e perfilômetro
- d) Aplicação do jato de óxido de alumínio
- Microjateador de óxido de alumínio (Bio-art, Dental Equipament Ltda, SP, Brasil)
 - Óxido de Alumínio de 50 μ m (Danville, CA, USA)
 - Dispositivo para padronizar a distância e ângulo de aplicação do jato de óxido de alumínio
- e) Análise estatística
- Software BioEstat 5.0 (Pará, Brasil)

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Obtenção da Amostra

Cento e dez pré-molares isentos de fraturas ou defeitos visíveis nas faces vestibulares foram obtidos por meio de doações do Banco de Dentes Humanos da FOUSP (Anexo A), após aprovação do projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética da FOUSP (Protocolo número: 919.018) (Anexo B).

Os dentes selecionados foram higienizados por meio de raspagem com curetas para a remoção de cálculos e/ou restos de tecido periodontal presentes em suas raízes e armazenados em água destilada, à temperatura ambiente, a qual era trocada uma vez por semana até o início do experimento para evitar a proliferação de microorganismos.

4.2.2 Preparo dos Corpos de Prova

Para atingir o objetivo proposto neste trabalho de avaliar a alteração do perfil e da rugosidade do dente após o jateamento com o óxido de alumínio, era preciso garantir que, tanto o perfil, quanto a rugosidade dos dentes fossem avaliados exatamente na mesma região, em dois diferentes momentos. Assim, foi necessário preparar os corpos de prova, estabelecendo alguns pontos de referência para a leitura inicial e que fossem reproduzíveis na segunda leitura.

Para a leitura do perfil, foi introduzida no corpo de prova uma esfera de aço inoxidável de 5 mm de diâmetro para ser utilizada como uma referência para garantir a leitura do perfil da mesma região, nos dois diferentes momentos desta pesquisa.

Os corpos de prova foram montados em caixas plásticas retangulares, onde foram posicionadas inicialmente as esferas e, em seguida, os dentes. Ao final do posicionamento destes dois elementos, estes foram fixados permanentemente com gesso especial do tipo IV.

4.2.2.1 Posicionamento da esfera de aço inoxidável

Primeiramente, a esfera era colocada sobre uma das extremidades do segmento de mangueira e fixada a ele com cola instantânea.

No plano horizontal, o posicionamento da esfera foi determinado com a ajuda de um dispositivo de plástico construído com as mesmas dimensões da caixa plástica (30mm de comprimento x 20mm de largura) e que continha um orifício de mesmo diâmetro da esfera. Este orifício localizava-se mais próximo de uma das extremidades da caixa plástica e equidistante das duas bordas laterais (Figura 4.1A).

Assim, primeiramente, era assentado o dispositivo coincidindo suas bordas com as bordas da caixa plástica; em seguida, o conjunto mangueira/esfera era

inserido com uma pinça de ponta reta na caixa plástica, pela extremidade aberta, e a esfera era encaixada no orifício do dispositivo plástico. Esta posição foi fixada com pequena porção de massa durepoxi na base do segmento de mangueira e mantida sem movimento por no mínimo 2 horas para finalizar o período de secagem desta massa (Figura 4.1B).

No sentido vertical, os segmentos de mangueira de silicone de 6mm de altura garantiram o posicionamento das esferas de aço inoxidável (5mm de diâmetro) acima das bordas da caixa plástica (10 mm de altura) (Figura 4.1C).

Figura 4.1 – A – Dispositivo plástico para auxiliar o posicionamento da esfera; B – Esfera centralizada na caixa plástica com o auxílio do dispositivo posicionador; C – Esfera posicionada acima da borda superior da caixa plástica

4.2.2.2 Posicionamento dos dentes

Inicialmente, os dentes foram preparados para serem posicionados nas caixas plásticas.

Parte das raízes dos dentes foi cortada para evitar a sua colisão com o conjunto mangueira/esfera no momento de posicionar os dentes dentro da caixa plástica.

Além disto, adesivos contendo uma abertura circular de 3mm de diâmetro foram colados na face vestibular dos dentes para delimitar a área no centro da coroa clínica que seria avaliada e que receberia a aplicação do jato de óxido de alumínio (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Dente com o ápice da raiz cortada e com o adesivo de abertura circular de 3mm de diâmetro colado em sua face vestibular

Quanto ao posicionamento propriamente dito dos dentes, foi estabelecido um protocolo para a disposição da face vestibular no plano horizontal e também vertical.

No plano horizontal, os dentes foram posicionados com os longos eixos das faces vestibulares paralelos às bordas laterais da caixa. Este posicionamento foi obtido com o auxílio do mesmo dispositivo plástico utilizado para posicionar as esferas. Ele apresentava uma linha vertical que dividia o dispositivo em duas metades iguais, passava no centro do orifício que posicionava a esfera de aço e era paralela às bordas laterais da caixa. Ao ajustar o dispositivo de modo a coincidir as suas bordas com as da caixa, e o orifício com a esfera já posicionada, o dente era posicionado de tal maneira que o longo eixo da face vestibular coincidisse com esta linha de referência (Figura 4.3). Desta forma, os longos eixos das coroas dos dentes eram posicionados paralelamente às bordas laterais das caixas. Esta posição era estabilizada com o auxílio de massa durepoxi.

Figura 4.3 – Posicionamento do dente na caixa plástica longo eixo da face vestibular paralelo às bordas laterais da caixa

Para o posicionamento da face vestibular dos dentes no plano vertical, um outro dispositivo foi utilizado. Este instrumento consiste de uma base metálica com duas hastes que suportam uma barra metálica retangular paralela à base. A barra metálica pode ser deslocada no sentido vertical, mantendo o paralelismo com a base do dispositivo. Desta forma, a caixa plástica contendo o dente, era posicionada sobre a base do dispositivo e, cuidadosamente, a barra metálica era deslocada para baixo até encostar no dente. O dente era avaliado por vista oclusal, proximal e movimentado até que o ponto de contato com a barra metálica correspondesse com o centro da face vestibular do dente, delimitado pelo adesivo; este procedimento buscava obter o paralelismo do centro da face vestibular à base da caixa plástica (Figura 4.4).

Figura 4.4 – Dispositivo utilizado para auxiliar o posicionamento do dente, mantendo o centro da face vestibular paralelo à base da caixa plástica

Depois de definida a posição da esfera de aço e do dente, tanto no plano horizontal quanto vertical, gesso especial tipo IV foi utilizado para fixá-los na caixa plástica (Figura 4.5). Após a presa do gesso, foi realizada a profilaxia da área exposta dos dentes com taça de borracha e pedra pomes, em baixa rotação.

Figura 4.5 – Dente e esfera de aço fixados com auxílio de gesso especial tipo IV

4.2.3 Distribuição das amostras e jateamento com óxido de alumínio

A amostra foi dividida aleatoriamente em 5 grupos (n=22) para a aplicação de jato de óxido de alumínio por diferentes tempos. Nos grupos A, B, C, D e E, o jato de óxido de alumínio de 50 μm foi aplicado por 01, 03, 05, 07 e 10 segundos, respectivamente. Antes do jateamento, as faces vestibulares dos dentes foram secas com jato de ar por aproximadamente 5 segundos. O jateamento de todos os grupos com óxido de alumínio foi realizado a uma distância de 5mm, perpendicularmente à face vestibular e com 70 a 80psi de pressão. Este protocolo de distância e angulação do bico do jateador ao centro da superfície vestibular do dente foi conseguido por meio de um dispositivo construído para este fim (Figura 4.6). Após o jateamento, as amostras eram lavadas com spray de água da seringa tríplice por aproximadamente 5 segundos e armazenadas em água destilada.

Figura 4.6 – Dispositivo para manter o bico do jateador à 5mm de distância e perpendicular à face vestibular do dente

4.2.4 Avaliação quantitativa da superfície do esmalte

4.2.4.1 Avaliação da perda de estrutura do esmalte: comparação entre perfil inicial (T0) e final (T1)

O perfilômetro Form Talysurf Intra (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania) foi utilizado para delinear o longo eixo da face vestibular dos dentes antes (T0) e após (T1) o jateamento com óxido de alumínio (Figura 4.7).

Figura 4.7 – Perfilômetro Form Talysurf Intra (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania)

Para assegurar que a ponta avaliadora do perfilômetro realizasse a mesma trajetória em T0 e T1 para delinear e definir o perfil, alguns cuidados foram tomados. Primeiramente, foi confeccionada uma placa metálica que se encaixava perfeitamente à parte anterior do perfilômetro e permanecia imóvel. Na outra extremidade desta placa, foi fixado um dispositivo onde o corpo de prova era imobilizado com o longo eixo da face vestibular da coroa do dente paralelamente ao braço principal do perfilômetro. Este dispositivo era, porém, capaz de se deslocar perpendicularmente a este braço, no sentido méso-distal do dente (Figura 4.8).

Figura 4.8 – Placa metálica encaixada à parte anterior do perfilômetro, com dispositivo para o encaixe e imobilização das amostras com o longo eixo da face vestibular paralelo ao braço principal do perfilômetro

O segundo cuidado tomado para assegurar que a ponta avaliadora do perfilômetro realizasse a mesma trajetória em T0 e T1 para delinear e definir o perfil, foi a inserção da esfera de aço no momento da montagem do corpo de prova, como descrito no item 4.2.2.1. O pico da esfera foi considerado um ponto de referência para estabelecer a posição méso-distal do corpo de prova em relação à ponta avaliadora e o início da leitura do perfil.

Assim, para localizar e definir este ponto de referência, o corpo de prova era movimentado no sentido méso-distal (eixo X) por meio da manipulação do parafuso do dispositivo da placa metálica e o braço do perfilômetro era deslocado no sentido do longo eixo do dente (eixo Y), até que o valor da altura máxima era obtido e detectado pela ponta do perfilômetro. Isto significava a constatação do pico da esfera metálica (Figura 4.9).

Figura 4.9 – Eixos de deslocamento do braço do perfilômetro (Y) e do dispositivo da placa metálica (X)

A partir deste ponto, acionava-se o braço do perfilômetro para que ele iniciasse o seu movimento ao longo do eixo Y e a sua ponta obtivesse a leitura do perfil do corpo de prova, passando pelo centro da coroa clínica da face vestibular do dente, ao longo de seu eixo vertical, considerando-se o protocolo de montagem dos corpos de prova (Figura 4.10). Por meio desta metodologia, imagens dos perfis das faces vestibulares dos dentes eram obtidas e, então, armazenadas em PDF.

Figura 4.10 – Leitura do perfil da face vestibular da coroa clínica, ao longo de seu eixo vertical

O delineamento do perfil do dente foi realizado também após o jateamento com o óxido de alumínio de 50 μm (T1). Os mesmos protocolos para o posicionamento dos corpos de prova no perfilômetro e para a definição do pico da esfera foram utilizados, garantindo o mesmo trajeto de leitura realizado em T0 para a captação da imagem do perfil em T1. Este protocolo possibilitou a sobreposição das imagens em T0 e T1 para a avaliação da alteração do perfil da face vestibular após o jateamento.

Desta forma, após a sobreposição das imagens, alteração do perfil da superfície de esmalte após o jateamento foi realizada verificando-se a maior distância entre os perfis (ΔZ). Os valores de ΔZ foram obtidos em micrômetros e armazenados para cada corpo de prova (Figura 4.11).

Figura 4.11 – Sobreposição dos perfis em T0 (verde) e T1 (azul)

4.2.4.2 Avaliação da Rugosidade

A leitura da rugosidade da superfície de esmalte foi realizada antes (T0) e após o seu jateamento (T1), por meio do Interferômetro a laser Talysurf CCI Lite (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania) (Figura 4.12).

Figura 4.12 – Interferômetro a laser Talysurf CCI Lite (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania)

Para garantir a leitura da rugosidade da mesma área em dois momentos distintos, foi necessário estabelecer o mesmo posicionamento do corpo de prova no interferômetro, e o mesmo posicionamento da lente em relação ao corpo de prova, no momento da leitura.

Para obter o mesmo posicionamento do corpo de prova no interferômetro nos dois momentos distintos desta pesquisa, uma placa metálica foi construída para ser encaixada perfeitamente sobre a mesa do Interferômetro. Esta placa continha, em sua superfície superior, um chanfro em “L” que garantia a estabilidade dos corpos de prova, construídos em caixas plásticas retangulares. Este procedimento assegurava que os corpos de prova fossem posicionados sempre no mesmo local da mesa do Interferômetro (Figura 4.13).

Após a colocação do corpo de prova sobre a placa metálica em T0, a mesa do Interferômetro era movimentada através de um controle remoto para selecionar a área do dente que se desejava realizar a leitura da rugosidade com a lente avaliadora. A área de leitura escolhida era sempre a mais central dentro do círculo delimitado pelo adesivo colado inicialmente na face vestibular. A lente avaliadora emitia uma luz verde que auxiliava a seleção desta área.

Figura 4.13 – Placa metálica posicionada sobre a mesa do Interferômetro, garantindo a mesma posição de leitura em T0 e T1

A leitura da rugosidade superficial foi realizada com a lente de aumento de 50X que possibilitava a avaliação de uma área de 0,3mm x 0,3mm. A rugosidade superficial em T0 foi determinada pelo valor da rugosidade média da área avaliada (SaT0), que foi armazenado para cada amostra.

Para obter o mesmo posicionamento da lente em relação ao corpo de prova, no momento da segunda leitura (T1), os parâmetros das coordenadas X e Y que definem a posição da mesa em relação à lente durante a leitura em T0 eram registrados para cada amostra.

Desta forma, para a leitura da rugosidade da mesma área do dente em T1 o posicionamento do corpo de prova em T1 foi obtido reproduzindo-se o mesmo método realizado em T0 com a placa metálica chanfrada e a mesa era, então, deslocada para uma posição determinada pelas coordenadas X e Y registradas, garantindo assim que a área de leitura em T1 fosse exatamente a mesma realizada em T0. Os mesmos parâmetros da lente também foram utilizados para a leitura da área em T1. Assim, os valores da rugosidade média da área avaliada em T1 (SaT1) foram obtidos e também armazenadas para cada corpo de prova. A avaliação da rugosidade do esmalte dentário causada pelo jateamento com óxido de alumínio,

neste estudo, foi realizada calculando-se a diferença entre os valores da rugosidade da área pós-jateamento e pré-jateamento ($SaT1 - SaT0$). Portanto, foi avaliado o incremento da rugosidade do esmalte causado pelo jateamento com o óxido de alumínio de 50 μ m.

4.2.5 Avaliação qualitativa da superfície do esmalte: microscopia eletrônica de varredura (MEV)

O microscópio eletrônico de varredura (modelo LEO-430) do Laboratório de Biologia Oral da FOU SP com 15 kV foi utilizado para a avaliação qualitativa das superfícies de esmalte jateadas por diferentes períodos de tempo (01, 03, 05, 07 e 10 segundos).

Um exemplar de cada grupo foi selecionado aleatoriamente para que as superfícies de esmalte jateadas fossem preparadas para análise em microscópio eletrônico de varredura. Os espécimes foram desidratados com concentrações crescentes de etanol e metalizados por deposição de fina camada de ouro equivalente a 10 nm com o aparelho Bal-Tec SDC 050 do Laboratório de Biologia Oral da FOU SP, para buscar aumento da refletividade da superfície.

As imagens obtidas foram analisadas de forma subjetiva, por 2 avaliadores, para verificar as características morfológicas apresentadas pela estrutura do esmalte após os diferentes tempos de jateamento com o óxido de alumínio.

4.2.6 Análise Estatística

Para a avaliação dos dados quantitativos deste trabalho (incremento da rugosidade e alteração do perfil do esmalte), foi realizada a análise descritiva e o teste de normalidade de cada grupo com o auxílio do software BioEstat 5.0. Caso os valores tivessem aderência à curva de normalidade, o teste estatístico aplicado para

comparar os grupos seria o ANOVA com o teste post hoc de Tukey para a comparação das médias. Se, eventualmente, não aderissem à curva de normalidade, o teste estatístico aplicado seria o de Kruskal-Wallis com o teste post-hoc de Student-Newman-Keuls. Foi adotado um nível de significância de 5% ($P=0,05$).

Para os dados quantitativos obtidos para o incremento da rugosidade e alteração do perfil do esmalte, foi realizado também o cálculo do erro do método. Trinta dias depois da leitura de T1 no interferômetro e no perfilômetro, 15 amostras foram lidas novamente em ambos os equipamentos. Os dados dos dois momentos foram comparados pelo coeficiente de correlação intraclasse (CCI) para verificação do erro do método.

RESULTADOS

5 RESULTADOS

5.1 PERDA DE ESTRUTURA DENTÁRIA: AVALIAÇÃO DO PERFIL DA SUPERFÍCIE DE ESMALTE

Erro do método

Para a certificação de que a metodologia utilizada nesta pesquisa para delinear o perfil dos dentes na mesma linha em momentos diferentes (T0 e T1) e para realizar a sobreposição desses dois perfis era adequada e reprodutível, foi calculado o erro do método. Para isto, 15 amostras tiveram a segunda leitura de seus perfis (pós-jateamento) realizada em duplicidade, com intervalo de trinta dias entre elas. Nestes dois momentos, a sobreposição dos perfis (T0 e T1) foi realizada para a avaliação da quantidade da perda de estrutura dentária. Os valores de perda de estrutura dentária (ΔZ) encontrados nos dois momentos foram analisados por meio do coeficiente de correlação intraclassa (CCI). Pôde-se observar que o perfilômetro apresentou concordância quase perfeita entre as avaliações (CCI = 0,999), evidenciando excelente reprodutibilidade do método. (Tabela 5.1).

Tabela 5.1 – Avaliação da reprodutibilidade do método: coeficiente de correlação intraclassa

	Média ΔZ (μm)	DP	CCI	IC (95%)
Medidas iniciais	126,78	92,89	0,999	(0,998 – 1,00)
Medidas repetidas	125,67	91,63		

Alteração do perfil da superfície de esmalte

Para verificar a alteração do perfil da superfície de esmalte, imagens deste perfil foram geradas antes e após o jateamento com óxido de alumínio por diferentes tempos. Estas imagens foram sobrepostas para cada corpo de prova e foram medidas as maiores distâncias existentes entre estas imagens.

As medidas de tendência central e dispersão da discrepância entre as imagens do perfil inicial e final estão demonstrados na Tabela 5.2. Pode-se observar que a média da quantidade de perda de estrutura dentária (ΔZ) aumentou conforme se aumentou o tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio.

Tabela 5.2 – Alterações máximas nos perfis dos dentes (ΔZ): medidas de tendência central e comparação das médias de acordo com os diferentes tempos de jateamento com óxido de alumínio de 50 μ m

Grupos	Média (μ m)	D.P	Mínimo (μ m)	Máximo (μ m)	p
A (1s)	38,56 ^a	25,94	5,56	113,12	< 0,0001
B (3s)	103,34 ^{a,b}	65,15	27,86	318,86	
C (5s)	120,46 ^{a,b,c}	92,82	13,11	317,83	
D (7s)	178,25 ^{b,c}	98,88	68,41	474,52	
E (10s)	206,65 ^c	174,59	20,58	725,72	

^{a,b,c} Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos, avaliado pelo teste *post-hoc de Tukey*. Nível de significância $p \leq 0.05$.

Os resultados obtidos para a diferença dos perfis em T0 e T1 (ΔZ) tiveram aderência à curva de normalidade para todos os cinco grupos, verificados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Assim sendo, foi aplicado o teste ANOVA, que demonstrou a presença de diferença estatisticamente significativa entre os grupos. Foi, então, utilizado o teste *post hoc de Tukey* que exibiu diferença estatisticamente significativa entre o grupo A (1s) e os grupos D (7s) e E (10s); e entre o grupo B (3s) e o grupo E (10s). Os grupos C, D e E não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre si.

5.2 RUGOSIDADE

5.2.1 Avaliação quantitativa da rugosidade do esmalte após jateamento com óxido de alumínio por diferentes tempos

Erro do Método

Devido à necessidade de avaliar a rugosidade de uma mesma região do esmalte dentário em dois diferentes momentos (T0 e T1) para verificar o valor do incremento da rugosidade por este trabalho, foi realizado cálculo do erro do método utilizado para esse fim. Para isso, a avaliação da rugosidade de 15 amostras foi repetida em dois tempos com intervalo de 30 dias entre eles. Os valores da rugosidade (Sa) encontrados nos dois momentos foram analisados pelo coeficiente de correlação intraclassa (CCI). O resultado do CCI foi de 0,724, evidenciando boa reprodutibilidade do método para os objetivos deste estudo (Fleiss, 1986) (Tabela 5.3).

Tabela 5.3 – Avaliação da reprodutibilidade do método: coeficiente de correlação intraclassa

	Média Sa (μm)	DP	CCI	IC 95%
Medidas iniciais	2,37	1,47	0,724	(0,366 – 0,897)
Medidas repetidas	2,13	0,92		

Incremento da Rugosidade

Para a obtenção dos valores de incremento da rugosidade, os valores da rugosidade inicial (SaT0) foram subtraídos dos valores da rugosidade após os diferentes tempos de jateamento (SaT1), para cada corpo de prova.

As medidas de tendência central e dispersão do incremento da rugosidade estão demonstrados na Tabela 5.4. Observa-se que houve aumento da média dos valores conforme se aumentou o tempo de jateamento do esmalte com o óxido de alumínio.

Tabela 5.4 - Incremento da rugosidade do esmalte: medidas de tendência central e comparação das médias de acordo com os diferentes tempos de jateamento com óxido de alumínio de 50µm

Grupos	Média (µm)	D.P	Mínimo (µm)	Máximo (µm)	p
A (1s)	1,16 ^a	0,27	0,75	1,86	0,0002
B (3s)	1,74 ^a	1,23	0,84	6,47	
C (5s)	1,74 ^a	1,73	0,69	8,61	
D (7s)	2,23 ^a	1,89	0,89	8,98	
E (10s)	4,25 ^b	3,92	0,62	13,35	

^{a,b}Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os grupos, avaliado pelo teste *post-hoc de Tukey*. Nível de significância $p \leq 0.05$.

O teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov foi aplicado e verificou-se que os valores aderiram a uma curva normal. Portanto, foi utilizado o teste ANOVA a um critério para a comparação das médias, que verificou diferença estatística entre os grupos. Assim sendo, empregou-se o teste *post hoc de Tukey*, que indicou diferença estatisticamente significativa apenas entre o grupo E (10 s) e os demais grupos. Os grupos A, B, C e D (1, 3, 5 e 7 segundos, respectivamente) não apresentaram diferença estatística.

5.2.2 Avaliação qualitativa da rugosidade do esmalte após jateamento com óxido de alumínio por diferentes tempos

As imagens das superfícies dos esmaltes de cinco amostras jateadas com óxido de alumínio por diferentes tempos (1, 3, 5, 7 e 10 segundos) foram obtidas em um aumento de 2.500 vezes (2,50 KX) pelo microscópio eletrônico de varredura para uma análise qualitativa visual.

Com essas imagens foi possível verificar os aspectos morfológicos do esmalte dentário após o jateamento com óxido de alumínio e comparar os aspectos dos esmaltes condicionados por diferentes tempos de aplicação do jato.

Ao analisar as cinco imagens, pôde-se observar que todas apresentam o mesmo padrão de condicionamento marcado por picos de bordas arredondadas e vales, de diferentes alturas, distribuídos pela superfície. Apesar da similaridade entre as imagens, as imagens representativas dos esmaltes condicionados por 1 e 3 segundos (Figura 5.1 e 5.2) apresentam menor quantidade desses picos e maior quantidade de placas elevadas quando comparados com as imagens dos esmaltes condicionados por 5, 7 e 10 segundos (Figuras 5.3, 5.4 e 5.5, respectivamente).

Figura 5.1 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 1 segundo (aumento de 2500 vezes)

Figura 5.2 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 3 segundos (aumento de 2500 vezes)

Figura 5.3 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 5 segundos (aumento de 2500 vezes)

Figura 5.4 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 7 segundos (aumento de 2500 vezes)

Figura 5.5 – Imagem obtida pelo microscópio eletrônico de varredura de esmalte jateado por 10 segundos (aumento de 2500 vezes)

DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

Para a avaliação da quantidade de perda de estrutura de esmalte e do incremento da rugosidade em função do tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio, fixamos as variáveis, tamanho da partícula, pressão do ar, distância e angulação respectivamente em 50µm, 70-80psi, 5mm e 90°, e variamos o tempo de aplicação em cinco diferentes tempos – 1, 3, 5, 7 e 10 segundos.

Estes tempos foram assim definidos por serem clinicamente aceitáveis, dentro de um intervalo de tempo proposto na literatura. Foram encontrados, na literatura, relatos de aplicação do jato por menos de 1 segundo (Halpern; Rouleau, 2010) a 30 segundos (van Waveren Hogervost et al., 2000). Entre este intervalo de tempo, observa-se a utilização do jato por 2-3 segundos (Olsen et al., 1997; Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; Cal-Neto et al., 2011; Pakshir et al., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015); 5 segundos (Canay et al., 2000; Brosh et al., 2005; Suma et al., 2012; Zarif Najafi et al., 2015); e 10 segundos (Berk et al., 2008; Türköz; Ulusoy, 2012).

O fator tempo de jateamento foi o único estudado nesta pesquisa, pois, embora os protocolos de jateamento do esmalte dentário com óxido de alumínio descritos em várias pesquisas encontradas na literatura apresentem variações, encontramos nestes trabalhos algumas tendências e semelhanças em relação ao tamanho da partícula, pressão do ar, distância e angulação da ponta do jateador à superfície a ser jateada (Reisner et al., 1997; Olsen et al., 1997; Canay et al., 2000; Wiechmann, 2000; Brosh et al., 2005; Chinelatti et al., 2007; Berk et al., 2008; Noble; Karaiskos; Wiltshire, 2008; Mehdi et al., 2009; Brauchli et al., 2010; Halpern; Rouleau, 2010; Cal-Neto et al., 2011; Pakshir et al., 2012; Suma et al., 2012; Türköz; Ulusoy, 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Patcas et al., 2015; Robles-Ruiz et al., 2015; Zarif Najafi et al., 2015).

Os estudos relatam o uso de partículas de 25, 27, 50 e 100µm de diâmetro (Olsen et al., 1997; Halpern; Rouleau, 2010; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015); porém, a partícula de 50µm foi utilizada neste estudo, pois a maioria deles

utiliza este tamanho de partícula (Olsen et al., 1997; Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; van Waveren Hogervost et al., 2000; Canay et al., 2000; Brosh et al., 2005; Berk et al., 2008; Halpern; Rouleau, 2010; Cal-Neto et al., 2011; Türköz; Ulusoy, 2012; Suma et al., 2012; Pakshir et al., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015; Zarif Najafi et al., 2015). Além disto, a pesquisa de Robles-Ruiz et al. (2015) verificou que o incremento da rugosidade do esmalte promovido pelo jateamento de óxido de alumínio não foi estatisticamente diferente quando utilizadas partículas de 27-, 50- ou 90µm.

Quanto à pressão, observamos que os autores variam de 14,5 psi (van Waveren Hogervost et al., 2000) a 160 psi (Olsen et al., 1997); porém, a maioria dos estudos utiliza pressão entre 60- a 80 psi (Reisner et al., 1997; Canay et al., 2000; Brosh et al., 2005; Berk et al., 2008; Halpern; Rouleau., 2010; Cal-Neto et al., 2011; Türköz; Ulusoy, 2012; Suma et al., 2012; Pakshir et al., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015) e os equipamentos odontológicos se encontram calibrados com este nível de pressão para os seus acessórios.

A distância de aplicação do jato nos estudos da literatura varia entre 1 mm (van Waveren Hogervost et al., 2000; Berk et al., 2008; Türköz; Ulusoy, 2012) e 21 mm (Halpern; Rouleau, 2010). Além da maioria dos trabalhos relatarem aplicação do jato a uma distância de 5 a 6 mm (Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; Brosh et al., 2005; Cal-Neto et al., 2011; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015), acreditamos que esta distância seja confortável clinicamente ao paciente e profissional. A esta distância da superfície do esmalte, Peruchi et al. (2002) verificaram que o jateamento abrange uma área de diâmetro de 1094,68 µm.

Com relação ao ângulo de aplicação, nem todos os estudos mencionam qual foi o utilizado (Olsen et al., 1997; Reisner et al., 1997; Wiechmann, 2000; Brosh et al., 2005; Cal-Neto et al., 2011; Pakshir et al. 2012); porém, dentre os que relatam, observa-se que os ângulos de aplicação variam entre 45° (Canay et al., 2000; Chinelatti et al., 2007; Suma et al., 2012) e 90° (van Waveren Hogervost et al., 2000; Berk et al., 2008; Halpern; Rouleau, 2010; Türköz; Ulusoy., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015), sendo que a maioria utiliza o ângulo de 90° (van

Waveren Hogervost et al., 2000; Berk et al., 2008; Halpern; Rouleau., 2010; Türköz; Ulusoy., 2012; Robles-Ruiz et al., 2014; Robles-Ruiz et al., 2015).

Tamanho da amostra

Considerando uma diferença de 100 μ m entre os diferentes grupos, variabilidade entre os dentes de 100 μ m, obtida de estudo piloto, considerando poder de 80% e confiança de 95%, o cálculo realizado pelo software Bioestat 5.0 demonstrou que, para cinco grupos, seriam necessários 22 dentes em cada um deles.

A diferença entre os diferentes grupos foi estabelecida como 100 μ m, devido algumas informações na literatura que nos motivaram a adotar este valor. Reisner et al. (1997) afirmam que uma perda de esmalte acima de 100 μ m deve ser considerada danosa. Além disto, consideramos, também, que a quantidade de estrutura de esmalte perdida durante o condicionamento usual do esmalte com ácido fosfórico deva ser concebido como aceitável. Alguns estudos na literatura mostram que a perda de estrutura dentária com o uso de ácido fosfórico como agente condicionante, varia entre 30 μ m (Mehdi et al., 2009) a 80 μ m de profundidade (van Waveren Hogervost et al., 2000). Assim, perdas menores do que 80 μ m deveriam ser consideradas clinicamente admissíveis.

Avaliação da perda de esmalte

A proposta de avaliar a quantidade de perda de estrutura dentária causada pelo jateamento com óxido de alumínio derivou do fato de este método ser um tipo de macro condicionamento, cuja perda de estrutura dentária parece ser resultado inerente da técnica, diferente da técnica de condicionamento ácido, que é considerada um tipo de micro condicionamento (Reisner et al., 1997; Chung et al., 2001; Berk et al., 2008).

Verificamos na literatura algumas metodologias utilizadas para este tipo de avaliação. van Waveren Hogervost et al. (2000) utilizaram um perfilômetro para a leitura de 25 linhas em cada dente, em dois momentos distintos, e compararam a diferença entre essas linhas de rugosidade para obter o valor de esmalte perdido entre os dois momentos. Já, Peruchi et al. (2002) utilizaram um microscópio eletrônico de varredura para avaliar o corte transversal da área jateada, e avaliaram a perda do esmalte através da medição da distância do ponto mais profundo do corte até uma linha desenhada tangente à superfície do esmalte. Koprowski et al. (2014) utilizaram um tomógrafo óptico de coerência para realizar tomografias da superfície do esmalte em situações diferentes e realizaram a sobreposição das imagens por meio de uma função automática desse equipamento para avaliar a quantidade total de esmalte perdido. Janiszewska-Olszowska et al. (2014) e Suliman et al. (2015) utilizaram um escâner óptico 3D para escanear as faces vestibulares dos dentes em diferentes momentos e quantificaram a perda de esmalte por meio da sobreposição das duas imagens obtidas com o escaneamento. Patcas et al. (2015) utilizaram um interferômetro óptico e Soares et al. (2016) utilizaram um rugosímetro para realizar o delineamento de três linhas de perfil em ocasiões distintas e avaliaram o valor da perda de estrutura de esmalte medindo a diferença entre as medidas destas regiões.

Para a avaliação da perda de esmalte no presente trabalho, optou-se pelo Perfilômetro Talysurf (Taylor Hobson – Ametek Inc, Pennsylvania) para a leitura e comparação do perfil do dente obtido antes e após o jateamento com óxido de alumínio. Foi adotada a leitura de uma única linha que cruzava o centro da face vestibular do dente, pois se almejava avaliar a região que possivelmente sofreria maior perda de estrutura, devido ao posicionamento da ponta do jateador no centro da face vestibular, adotado nesta pesquisa.

Os resultados encontrados para a perda de esmalte demonstraram aumento progressivo da quantidade de perda conforme se aumentou o tempo de jateamento. Verificamos $38,56 \pm 25,94\mu\text{m}$ no grupo A (1s), $103,34 \pm 65,15\mu\text{m}$ no grupo B (3s), $120,46 \pm 92,82\mu\text{m}$ no grupo C (5s), $178,25 \pm 98,88\mu\text{m}$ no grupo D (7s) e $206,65 \pm 174,59\mu\text{m}$ no grupo E (10s). Não houve diferença estatística na quantidade de perda de estrutura dentária entre os grupos que foram jateados com 1, 3, ou 5

segundos. Porém, a diferença foi estatisticamente significativa entre os grupos com tempos de aplicação de 1 e 7 segundos, e 1 e 10 segundos. Quando comparado o grupo de 3 segundos de aplicação do jato com o grupo de 10 segundos, também foi observada diferença estatística na quantidade de perda de estrutura dentária entre eles. Já a perda de estrutura dentária apresentada pelos grupos com os tempos de aplicação de 5, 7 e 10 segundos não foi considerada diferente estatisticamente.

As pesquisas na literatura que avaliaram a perda de esmalte após a variação do tempo de aplicação de jato de óxido de alumínio é bastante escasso. Verificamos somente os trabalhos de van Waveren Hogervost et al. (2000) e Peruchi et al. (2002), embora estes trabalhos não tenham como objetivo principal a avaliação da modificação do tempo.

Os valores da quantidade de perda de estrutura dentária encontrados nestes estudos não são passíveis de comparação com os valores da presente pesquisa, devido às diferenças metodológicas entre eles. Entretanto, o que se pôde observar é que, tanto os resultados do presente trabalho quanto os resultados de van Waveren Hogervost et al. (2000), que utilizaram a mesma faixa de tempo (1 e 5 segundos), demonstraram um aumento na quantidade de perda de estrutura dentária conforme se aumentou o tempo de jateamento. Entretanto, esta observação não está de acordo com os achados de Peruchi et al. (2002) que afirmaram que o aumento do tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio, de 15 para 30 segundos, não incrementou a quantidade de perda de esmalte. Além da diferença na metodologia, esta divergência de resultados pode estar relacionada, principalmente, com a diferença no tempo de jateamento. Peruchi et al. (2002) utilizaram um tempo bem mais elevado do que o preconizado neste trabalho (1 a 10 segundos) e no de van Waveren Hogervost et al. (2000) (1 e 5 segundos).

Avaliação quantitativa da Rugosidade

A rugosidade de uma superfície pode ser avaliada por instrumentos que contactam a superfície como perfilômetros de contato (van Waveren Hogervost et al., 2000; Chung et al., 2001; Mehdi et al., 2009; Sagir et al., 2013), e por instrumentos ópticos capazes de ler a rugosidade sem contactá-las, como os interferômetros e perfilômetros ópticos (Reisner et al., 1997; Espinar-Escalona et al., 2012; Patcas et al., 2015; Zafar; Ahmed, 2015), microscópios confocal a laser (Brauchli et al., 2011; Robles-Ruiz et al., 2015) e microscópios de força atômica (Sagir et al., 2013). A desvantagem do uso de um instrumento de contato seria a possível alteração que ele poderia provocar na superfície de leitura do corpo de prova (Robles-Ruiz et al., 2015; Zafar; Ahmed, 2015).

Além disso, a rugosidade de uma superfície pode ser avaliada por meio da leitura de linhas (R_a) (Reisner et al., 1997; Chung et al., 2001; Brauchli et al., 2011; Espinar-Escalona et al., 2012; Sagir et al., 2013; Robles-Ruiz et al., 2015; Zafar; Ahmed, 2015) ou da leitura de uma área (S_a) (Azevedo et al., 2008; Ferreira et al., 2014; Hjortsö et al., 2014; Mann et al., 2014; Patcas et al., 2015). Quando se opta por utilizar equipamentos que avaliam a rugosidade em linhas, normalmente percebe-se a necessidade de se expandir a avaliação da rugosidade da superfície através da leitura de mais linhas por corpo de prova, na tentativa de se alcançar o valor da rugosidade mais representativo de uma área (van Waveren Hogervost et al., 2000; Robles-Ruiz et al., 2015; Zafar et al., 2015). Brauchli et al. (2011) ressaltaram que instrumentos capazes de medir a rugosidade linearmente apresentam desvantagens quando comparados aos instrumentos 3D que permitem a avaliação de uma área da superfície, pois este último pode minimizar erros de análises da rugosidade.

Neste estudo, o instrumento escolhido para a avaliação do incremento da rugosidade promovida na superfície do esmalte após os diferentes tempos de aplicação do jato de óxido de alumínio foi o Interferômetro Óptico CCI (Taylor Hobson – Ametek Inc, Pennsylvania), por ser um equipamento de não contato capaz de ler a rugosidade de uma área (S_a) e de superfícies tridimensionais. Com o

interferômetro que utilizamos, foi possível avaliar uma área de 0,3 x 0,3mm, realizada pela lente de aumento de 50X. Analisando na literatura as dimensões das áreas avaliadas em alguns trabalhos que mediram a rugosidade do esmalte, verificamos áreas de 0,04 x 0,04 mm (Mann et al., 2014), 0,11 x 0,15 mm (Patcas et al., 2015), 0,25 x 0,19 mm (Hjortsjö et al., 2014), 0,3 x 0,3 mm (Ferreira et al., 2014) e de 1,28 x 1,4 mm (Azevedo et al., 2008). Apesar de considerarmos interessante a leitura da rugosidade de áreas maiores das superfícies dos dentes, seria necessário o aplainamento da superfície vestibular do dente para que o equipamento conseguisse realizar este propósito. Portanto, a avaliação da rugosidade em uma área de 0,3 x 0,3mm foi considerada adequada para este estudo, por julgarmos inadequado a modificação da anatomia da face vestibular e também por considerarmos que a dimensão da área de leitura da rugosidade se encontrava dentro da média descrita pela literatura.

Os resultados encontrados para o incremento da rugosidade demonstraram que a rugosidade da superfície do esmalte dentário aumenta conforme se aumenta o tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio. O incremento da rugosidade após o jateamento por 1, 3, 5, 7 e 10 segundos foram respectivamente: $1,16 \pm 0,27\mu\text{m}$; $1,74 \pm 1,23\mu\text{m}$; $1,74 \pm 1,73\mu\text{m}$; $2,23 \pm 1,89\mu\text{m}$; $4,25 \pm 3,92\mu\text{m}$. Porém, este aumento de rugosidade foi estatisticamente diferente somente entre o grupo E (10s) quando comparado com os outros quatro grupos, A, B, C e D (1, 3, 5 e 7 segundos, respectivamente).

Pela metodologia de busca realizada nas bases de dados de trabalhos científicos, não foi encontrado na literatura nenhum trabalho, até o momento, que avaliasse quantitativamente a rugosidade do esmalte após a modificação do tempo de jateamento com óxido de alumínio. O que torna difícil a comparação dos achados deste trabalho com a literatura.

Alguns trabalhos revelam os valores das rugosidades obtidos após o jateamento por um determinado tempo. Reisner et al. (1997) encontraram o valor médio da rugosidade (R_a) de $1,23 \pm 0,29 \mu\text{m}$ após 2-3 segundos de jateamento; Patcas et al. (2015) encontraram uma rugosidade média (S_a) de $1,37 \pm 0,09\mu\text{m}$ após jateamento por 5 segundos; e Chung et al. (2001) encontraram valor de rugosidade

média (Ra) do esmalte de $1,2 \pm 0,09\mu\text{m}$, após 10 segundos. Avaliando estes dados, não verificamos o mesmo comportamento observado no presente trabalho, onde constatou-se aumento da rugosidade com o aumento do tempo de jateamento. Embora tenha sido realizada uma tentativa de se analisar os resultados destes trabalhos, para confrontar com o desempenho dos efeitos obtidos na atual pesquisa, verificamos que os valores de rugosidade obtidos na literatura, de acordo com o tempo de jateamento utilizado, não podem ser analisados concomitantemente, pois as metodologias utilizadas para a leitura da rugosidade são diferentes e os protocolos de jateamento variam bastante quanto ao diâmetro das partículas, pressão e distância.

Avaliação qualitativa da rugosidade

Para a análise qualitativa da superfície dos esmaltes jateados por diferentes tempos – 1, 3, 5, 7 e 10 segundos – foi utilizado o microscópio eletrônico de varredura para a obtenção de imagens. Esse instrumento foi utilizado por outros autores que também buscavam analisar o aspecto morfológico do esmalte de maneira visual e qualitativa (Laurell; Hess, 1995; Reisner et al., 1997; van Waveren Hogervost et al., 2000; Chinelatti et al., 2007; Mehdi et al., 2009; Türkoz; Ulusoy, 2012; Robles-Ruiz et al., 2015; Patcas et al., 2015).

A análise dos esmaltes dentários jateados por diferentes tempos no presente trabalho – 1, 3, 5, 7 e 10 segundos – demonstrou padrão de rugosidade similar entre eles. Porém, pôde-se observar que os esmaltes jateados com 1 ou 3 segundos demonstraram menor quantidade de picos e vales que os demais dentes (5, 7 e 10 segundos). O único relato na literatura que mais se assemelha ao presente trabalho é o publicado por Mehdi et al. (2009). Neste artigo, eles apresentam imagens obtidas pelo MEV, de esmaltes jateados por tempos semelhantes ao presente trabalho (2, 4, 6, 8 e 10 segundos). Entretanto, eles utilizaram partículas de $29\mu\text{m}$ de diâmetro, distância de aplicação de 1mm e pressão do jateamento de 29 ou 58psi. Este trabalho relata que as imagens das amostras jateadas por um período curto de tempo (2 e 4 segundos) apresentam o aspecto de uma superfície que sofreu menor

quantidade de impacto do que nas amostras jateadas por períodos de tempo mais longos (6, 8 e 10 segundos). A descrição feita por estes autores está de acordo com as nossas observações, em que a menor quantidade de picos e vales foi observada nas superfícies de esmalte jateadas por 1 e 3 segundos, o que sugere menor impacto das partículas nesta área; nas imagens dos esmaltes jateados por 5 segundos ou mais, observamos maior prevalência de picos e vales em toda a superfície, insinuando ser resultado de maior impacto do jato de óxido de alumínio.

Outros trabalhos na literatura revelam a avaliação qualitativa do esmalte dentário após o jateamento com óxido de alumínio por um determinado tempo. Olsen et al. (1997) e van Waveren Hogervost et al. (2000) jatearam por 3s e 1 ou 5s, respectivamente, e relataram que o jateamento promove remoção da parte orgânica e inorgânica da matriz do esmalte, que pode ser considerada como uma perda irreversível do esmalte. Patcas et al. (2015), após jateamento de 5s, observaram que os esmaltes jateados com óxido de alumínio apresentaram vales característicos, irregulares, com fissuras e poços afiados. Chung et al. (2001), Chinelatti et al. (2007) e Berk et al. (2008) realizaram o jateamento por 10 segundos e observaram, respectivamente, que o esmalte jateado apresentou aparência fosca, com textura irregular e múltiplos cortes; que o esmalte dentário apresentava aspecto irregular, sem um padrão de condicionamento definido; e que o jateamento não promove padrão de condicionamento típico como os descritos por Silverstone et al. (1975), mas que promove cavitações no esmalte. Embora a maneira de descrever as imagens tenha sido realizada de forma diferente, no geral, as descrições estão de acordo com as nossas observações.

Considerações Finais

Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa que busca conhecer melhor os efeitos do jato de óxido de alumínio sobre a superfície do esmalte e obter o protocolo mais adequado para o aumento de resistência de união para a colagem de braquetes, com o auxílio deste método. Neste protocolo, imagina-se que a situação ideal seria a aplicação do jato de óxido de alumínio por um determinado tempo que

promovesse a menor quantidade de perda de estrutura dentária, com o maior incremento de sua rugosidade, considerando que esse incremento da rugosidade tenha relação com o aumento da resistência de união entre o braquete e o dente (Mehdi et al., 2009; Espinar-Escalona et al., 2012).

Neste estudo observamos que o tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio por 1 e 3 segundos foram os que promoveram menor perda de estrutura de esmalte; entretanto, o tempo de aplicação de 10 segundos promoveu o maior incremento da rugosidade. A partir destes resultados, sugerimos que seja dada continuidade às investigações sobre este protocolo de preparo da superfície do esmalte e colagem de braquetes, para que, com o teste de descolagem dos braquetes possa ser observado se a resistência de união entre o braquete e o dente é influenciada pelo tempo de jateamento com o óxido de alumínio. Sugerimos ainda a avaliação da superfície do esmalte após a remoção dos braquetes, o acabamento e polimento do esmalte.

Somente após analisar estas outras duas variáveis, será possível sugerir um protocolo mais seguro para ser testado clinicamente, com um tempo de aplicação do jato de óxido de alumínio que seja eficiente, favorecendo a melhor resistência de união possível entre o braquete e o dente, porém com a menor e justificável quantidade de perda de estrutura de esmalte dentário.

CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

Após o jateamento do esmalte dentário com partícula de óxido de alumínio de 50µm, por diferentes períodos de tempo, pôde-se concluir que:

- 1) A perda de estrutura de esmalte aumentou conforme se aumentou o tempo de jateamento com óxido de alumínio, sendo que a aplicação do jato de óxido de alumínio por 1 e 3 segundos promoveu perda de estrutura de esmalte significativamente menor do que quando se jateou o esmalte por 10 segundos;
- 2) A rugosidade do esmalte dentário aumentou conforme se aumentou o tempo de jateamento com óxido de alumínio, mas este aumento foi estatisticamente significante somente para o grupo jateado por 10 segundos; entretanto, o aspecto morfológico do esmalte dentário é bastante similar, independentemente do tempo de jateamento.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Adanir N, Türkkahraman H, Yalçın Güngör A. Effects of adhesion promoters on the shear bond strengths of orthodontic brackets to fluorosed enamel. *Eur J Orthod*. 2009 Jun;31(3):276-80. doi: 10.1093/ejo/cjn093.

Ärtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod*. 1984 Apr;85(4):333-40.

Azevedo AM, Panzeri H, Prado CJ, De-Mello JD, Soares CJ, Fernandes-Neto AJ. Assessment in vitro of brushing on dental surface roughness alteration by laser interferometry. *Braz Oral Res*. 2008 Jan-Mar;22(1):11-7.

Berk N, Basaran G, Özer T. Comparison of sandblasting, laser irradiation, and conventional acid etching for orthodontic bonding of molar tubes. *Eur J Orthod*. 2008 Aug;30(2):183-9.

Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Jakobsen JR. Effect of changing enamel conditioner concentration on the shear bond strength of a resin-modified glass ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Sep;118(3):311-6.

Black RB. Technic for nonmechanical preparation of cavities and prophylaxis. *J Am Dent Assoc*. 1945;32:955-65.

Brauchli L, Muscillo T, Steineck M, Wichelhaus A. Influence of enamel conditioning on the shear bond strength of different adhesives. *J Orofac Orthop*. 2010 Nov;71(6):411-20. doi: 10.1007/s00056-010-1036-2.

Brauchli LM, Baumgartner EM, Ball J, Wichelhaus A. Roughness of enamel surfaces after different bonding and debonding procedures: An in vitro study. *J Orofac Orthop*. 2011 Mar;72(1):61-7.

Brosh T, Strouthou S, Sarne O. Effects of buccal versus lingual surfaces, enamel conditioning procedures and storage duration on brackets debonding characteristics. *J Dent*. 2005 Feb;33(2):99-105.

Cal-Neto JP, Castro S, Moura PM, Ribeiro D, Miguel JA. Influence of enamel sandblasting prior to etching on shear bond strength of indirectly bonded lingual appliances. *Angle Orthod*. 2011 Jan;81(1):149-52.

Canay S, Kocadereli I, Akça E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Jan;117(1):15-9.

Chinelatti MA, Corona SA, Borsatto MC, Ribeiro LF, Rocha RA, Palma-Dibb RG. Analysis of surfaces and adhesive interfaces of enamel and dentin after different treatments. *J Mater Sci Mater Med*. 2007 Jul;18(7):1465-70.

Chung K, Hsu B, Berry T, Hsieh T. Effect of sandblasting on the bond strength of the bondable molar tube bracket. *Oral Rehabil* 2001 May;28(5):418-24.

Craig RG, Powers JM. *Restorative dental materials*. 11^a ed. 2002. 260 p.

DenBesten PK, Thariani H. Biological mechanisms of fluorosis and level and timing of systemic exposure to fluoride with respect to fluorosis. *J Dent Res*. 1992 May;71(5):1238-43. Review.

Epstein S. Analysis of airbrasive procedures in dental practice. *J Am Dent Assoc*. 1951 Nov;43(5):578-82.

Espinar-Escalona E, Barrera-Mora JM, Llamas-Carreras JM, Solano-Reina E, Rodríguez D, Gil FJ. Improvement in adhesion of the brackets to the tooth by sandblasting treatment. *J Mater Sci Mater Med*. 2012 Feb;23(2):605-11. doi:10.1007/s10856-011-4509-y.

Ferreira FG, Nouer DF, Silva NP, Garbui IU, Correr-Sobrinho L, Nouer PR. Qualitative and quantitative evaluation of human dental enamel after bracket debonding: a noncontact three-dimensional optical profilometry analysis. *Clin Oral Investig*. 2014 Sep;18(7):1853-64.

Fleiss J. L. (1986). *The design and analysis of clinical experiments*. New York : Wiley. 432p.

Goldstein R, Parkins F. Air-abrasive technology: its new role in restorative dentistry. *J Am Dent Assoc*. 1994 May;125(5):551-7.

Halpern RM, Rouleau T. The effect of air abrasion preparation on the shear bond strength of an orthodontic bracket bonded to enamel. *Eur J Orthod*. 2010 Apr;32(2): 224-7.

Hjortsjö C, Jonski G, Young A, Saxegaard E. Etching effect of acidic fluorides on human tooth enamel in vitro. *Arch Oral Biol*. 2014 Dec;59(12):1328-33.

Janiszewska-Olszowska J, Tandecka K, Szatkiewicz T, Sporniak-Tutak K, Grocholewicz K. Three-dimensional quantitative analysis of adhesive remnants and enamel loss resulting from debonding orthodontic molar tubes. *Head Face Med*. 2014 Sep 10;10:37.

Koprowski R, Machoy M, Woźniak K, Wróbel Z. Automatic method of analysis of OCT images in the assessment of the tooth enamel surface after orthodontic treatment with fixed braces. *Biomed Eng Online*. 2014 Apr 22;13:48.

Laurell KA, Hess JA. Scanning electron micrographic effects of air-abrasion cavity preparation on human enamel and dentin. *Quintessence Int*. 1995 Feb;26(2):139-44.

Los SA, Barkmeier WW. Effects of dentin air abrasion with aluminum oxide and hydroxyapatite on adhesive bond strength. *Oper Dent*. 1994 Sep-Oct;19(5):169-75.

Mann C, Ranjitkar S, Lekkas D, Hall C, Kaidonis JA, Townsend GC, Brook AH. Three-dimensional profilometric assessment of early enamel erosion simulating gastric regurgitation. *J Dent*. 2014 Nov;42(11):1411-21.

Medhi S, Mano MC, Sorel O, Cathelineau G. Enamel micro-abrasion. *Orthod Fr*. 2009 Jun;80(2):179-92.

Meyers G. The airbrasive technique: a report. *Br Dent J*. 1954;97(11):291-5.

Morrison A, Berman L. Evaluation of the Airdent unit: preliminary report. *J Am Dent Assoc*. 1953 Mar;46(3):298-303.

Mulcahey K, Caputo AA, Duperon DF. In vitro bracket bond strength to acid-etched or air-abraded enamel. *Pediatr Dent*. 1999 Jul-Aug;21(4):281-4.

Noble J, Karaiskos NE, Wiltshire WA. In vivo bonding of orthodontic brackets to fluorosed enamel using an adhesion promotor. *Angle Orthod.* 2008 Mar;78(2):357-60.

Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and air-abrasion of human enamel. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1997 Nov;112(5):502-6.

Pakshir HR, Zarif Najafi H, Hajipour S. Effect of enamel surface treatment on the bond strength of metallic brackets in rebonding process. *Eur J Orthod.* 2012 Dec;34(6):773-7.

Patcas R, Zinelis S, Eliades G, Eliades T. Surface and interfacial analysis of sandblasted and acid-etched enamel for bonding orthodontic adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015 Apr;147(4Suppl):S64-75.

Peruchi C, Santos-Pinto L, Santos-Pinto A, Silva EB. Evaluation of cutting patterns produced in primary teeth by na air-abrasion system. *Quintessence Int.* 2002 Apr;33(4):279-283.

Phoenix RD, Shen C. Characterization of treated porcelain surfaces via dynamic contact angle analysis. *Int J Prosthodont.* 1995 Mar-Apr;8(2):187-94.

Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: A comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997 Apr;111(4):366-73.

Robles-Ruiz JJ, Ciamponi AL, Medeiros IS, Kanashiro LK. Effect of lingual sandblasting with aluminum oxide of different particle sizes in combination with phosphoric acid etching on indirect bonding of lingual brackets. *Angle Orthod.* 2014 Nov;84(6):1068-1073.

Robles-Ruiz JJ, Arana-Chavez VE, Ciamponi AL, Abrão J, KAnashiro LK. Effects of sandblasting before orthophosphoric acid etching on lingual enamel: In-vitro roughness assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015 Apr;147(4 Suppl):S76-81.

Sağır S, Usumez A, Ademci E, Usumez S. Effect of enamel laser irradiation at different pulse settings on shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2013 Nov;83(6):973-80. doi: 10.2319/111412-872.1.

Santos-Pinto, LAM. Avaliação da efetividade de corte dos sistemas de preparo por abrasão em dentes permanente. Estudo “in-vitro” [tese-livre-docência]. Araraquara: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia; 2000.

Scholz RP, Swartz ML. Lingual orthodontics: a status report. Part 3. Indirect bonding - laboratory and clinical procedures. *J Clin Orthod.* 1982 Dec;16(12):812-20.

Soares AF, Bombonatti JF, Alencar MS, Consolmagno EC, Honório HM, Mondelli RF. Influence of pH, bleaching agents, and acid etching on surface wear of bovine enamel. *J Appl Oral Sci.* 2016 Feb;24(1):24-30.

Suliman SN, Trojan TM, Tantbirojn D, Versluis A. Enamel loss following ceramic bracket debonding: A quantitative analysis in vitro. *Angle Orthod.* 2015 Jul;85(4):651-6.

Suma S, Anita G, Chandra Shekar BR, Kallury A. The effect of air abrasion on the retention of metallic brackets bonded to fluorosed enamel surface. *Indian J Dent Res.* 2012 Mar-Apr;23(2):230-5.

Türköz Ç, Ulusoy Ç. Evaluation of different enamel conditioning techniques for orthodontic bonding. *Korean J Orthod.* 2012;42(1):32-8.

van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prahl-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000 Jan;117(1):20-6.

Vicente A, Bravo LA, Romero M, Ortiz AJ, Canteras M. Bond strength of brackets bonded with an adhesion promoter. *Br Dent J.* 2004; 196:482-5.
Wiechmann D. Lingual orthodontics (Part 3): Intraoral sandblasting and indirect bonding. *J Orofac Orthop.* 2000;61(4):280-91.

Zachrisson BU, Buyukyilmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. *J Clin Orthod.* 1993 Dec;27(12):661-74.

Zafar MS, Ahmed N. The effects of acid etching time on surface mechanical properties of dental hard tissues. *Dent Mater J*. 2015;34(3):315-20. doi: 10.4012/dmj.2014-083.

Zarif Najafi H, Moshkelgosha V, Khanchemehr A, Alizade A, Mokhtar A. The Effect of Four Surface Treatment Methods on the Shear Bond Strength of Metallic Brackets to the Fluorosed Enamel. *J Dent (Shiraz)*. 2015 Sep;16(3 Suppl):251-9.

ANEXOS

Anexo A – Comprovante de doação de dentes para a pesquisa

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Odontologia
Banco de Dentes Humanos

DECLARAÇÃO AO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Para fins de avaliação pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) dessa instituição, o Banco de Dentes Humanos da FOU SP (DIVISÃO DENTES PERMANENTES) compromete-se, mais uma vez, em auxiliar pesquisadores na realização de seus projetos.

Sendo assim, após a aprovação do CEP, nossa contribuição consistirá no oferecimento de 125 pre molares para a execução do trabalho de pesquisa intitulado: “Avaliação de diferentes protocolos de jateamento de óxido de alumínio no esmalte para a colagem de braquetes”, a ser realizado pela pesquisadora Lilian Rocha Gabarrone orientada pelo Prof. Dr.ª Lylian Kazumi Kanashiro.

São Paulo, 15 de Setembro de 2014.

José Carlos Pettorossi Imparato
Coordenador Geral BDH

Anexo B – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE JATEAMENTO DE ÓXIDO DE ALUMÍNIO NO ESMALTE PARA A COLAGEM DE BRAQUETES

Pesquisador: Lylian Kazumi Kanashiro

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 38511214.2.0000.0075

Instituição Proponente: Universidade de São Paulo

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 919.018

Data da Relatoria: 16/12/2014

Apresentação do Projeto:

Objetivo: avaliar e comparar os efeitos do jato de oxido de aluminio sobre a superficie do esmalte, quando aplicados por tempos diferentes. Material e metodos: 125 premolares serao obtidos por meio de doacoes do Banco de Dentes da FOU SP. Os dentes serao divididos aleatoriamente em 5 grupos (n=25) para a aplicacao de jato de oxido de aluminio por diferentes periodos de tempo. Nos grupos 1, 2, 3, 4 e 5 o jato de oxido de aluminio de 50 m sera aplicado, respectivamente, por 01, 03, 05, 07 e 10 segundos. Avaliaco es quantitativa e qualitativa da superficie do esmalte serao realizadas pela leitura de sua rugosidade (Sa) e pela analise do perfil da superficie vestibular antes e apos o seu jateamento, por meio do interferometro a laser Talysurf CCI Lite (Taylor Hobson – AMETEK Inc, Pennsylvania) e do medidor de perfil CV-3000 (Mitutoyo Corporation, Kawasaki, Japao), respectivamente. Uma outra avaliacao qualitativa da superficie do esmalte sera realizada por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV). Tres exemplares de cada grupo serao selecionados aleatoriamente para que as superficies de esmalte jateadas sejam preparadas para analise em microscopio eletrônico de varredura. Os dados quantitativos serao comparados pelo teste ANOVA com o teste post hoc de Tukey (p= 0,05).

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar e comparar quantitativa e qualitativamente a superficie do esmalte apos o seu

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-900
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7960 **Fax:** (11)3091-7814 **E-mail:** cepfo@usp.br

Continuação do Parecer: 918.018

condicionamento com jato de oxido de aluminio de 50 m por diferentes periodos de tempo: 01, 03, 05, 07 e 10 segundos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os riscos aos doadores dos dentes serão aqueles inerentes ao procedimento cirurgico necessario para a extração do dente, que será realizada por indicação de tratamento odontológico e doados ao Banco de Dentes Humanos da FOU SP. Já, os riscos desta pesquisa podem ser considerados baixos ou quase nulos, visto que os dentes serão obtidos no Banco de Dentes Humanos da FOU SP.

Benefícios:

Os resultados desta pesquisa possibilitarão o conhecimento científico sobre os efeitos de alguns produtos utilizados clinicamente para incrementar a resistencia adesiva de braquetes, o que influenciara a decisão do clinico quanto a escolha de seu protocolo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Serão avaliados os efeitos provocados sobre as superficies de esmalte, e estes resultados serão utilizados como parametro para estabelecer protocolos de colagens de braquetes nas clinicas de pesquisa da Disciplina de Ortodontia da FOU SP, quando houver necessidade de se utilizar o jato de oxido de aluminio para incrementar a resistencia adesiva dos braquetes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de Rosto - OK

Banco de Dentes - OK

Projeto de Pesquisa - OK

Recomendações:

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados ao CEP-FOU SP relatorios parciais anuais referentes ao andamento da pesquisa e relatorio final ao termino do trabalho. Qualquer modificação do projeto original deve ser apresentada a este CEP, de forma objetiva e com justificativas, para nova apreciação.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há pendências ou inadequações no projeto de pesquisa apresentado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Av Prof Lineu Prestes 2227
 Bairro: Cidade Universitaria CEP: 05.508-900
 UF: SP Município: SÃO PAULO
 Telefone: (11)3591-7960 Fax: (11)3591-7914 E-mail: cepfo@usp.br

FACULDADE DE
ODONTOLOGIA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 919.215

Considerações Finais a critério do CEP:

SAO PAULO, 17 de Dezembro de 2014

Assinado por:
Maria Gabriela Hays Blazevic
(Coordenador)

Endereço: Av. Prof. Lineu Prestes 2227
Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-900
UF: SP Município: SAO PAULO
Telefone: (11)3091-7990 Fax: (11)3091-7814 E-mail: ospfo@usp.br

Página 07 de 15