

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS  
ODONTOLÓGICAS**

**ANÁLISE DA INTEGRIDADE DO ESMALTE  
DENTÁRIO PÓS-REMOÇÃO DO REMANESCENTE  
RESIDUAL ORTODÔNTICO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Felipe Weidenbach Degrazia**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2012**

**ANÁLISE DA INTEGRIDADE DO ESMALTE DENTÁRIO  
PÓS-REMOÇÃO DO REMANESCENTE RESIDUAL  
ORTODÔNTICO**

**Felipe Weidenbach Degrazia**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Área de Concentração em Odontologia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências Odontológicas, com ênfase em Ortodontia.**

**Orientador: Renésio Armindo Grehs**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2012**

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**ANÁLISE DA INTEGRIDADE DO ESMALTE DENTÁRIO  
PÓS-REMOÇÃO DO REMANESCENTE RESIDUAL  
ORTODÔNTICO**

elaborada por  
**Felipe Weidenbach Degrazia**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciências Odontológicas**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Renésio Armindo Grehs, Prof. Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)

---

**Vilmar Antônio Ferrazzo, Prof. Dr. (UFSM)**  
(Membro)

---

**Ary dos Santos-Pinto, Prof. Dr. (UNESP/Araraquara)**  
(Membro)

Santa Maria, 01 de setembro de 2012.

## AGRADECIMENTOS

À Rosemary Weidenbach Degrazia, por dedicar o seu amor por mim todos esses anos, na alegria e na tristeza. Que me cuidou na infância, me cuida no presente e me cuidará por toda sua vida. Te amo mãe.

A Gervásio Annes Degrazia, pelo seu esforço em compreender o mundo, me fizestes questionar sobre cada coisa, cada ser, cada ação. Por teu amor à vida, à ciência e à evidência, obrigado pai, te amo.

À Juliana, pelo nosso amor, paciência, tempo e vida convividos. Estar ao teu lado é uma benção. Te amo.

Ao meu amigo e colega Fernando, pela nossa longa amizade do jardim de infância ao consultório, e pela sua luta em prol de uma Odontologia de valores.

A minha avó Branca, meu avô Frederico, meus dindos, tio Wanderley e tia Beatriz, e demais parentes.

Ao meu orientador Dr. Renésio Armindo Grehs, pelo ser humano especial e gentil que é. Sua dedicação à Ortodontia, ao curso de Odontologia da UFSM e seu apoio incondicional fizeram-me evoluir muito. Agradeço-lhe de coração a sua amizade e atenção.

Ao professor Dr. Vilmar Antônio Ferrazzo, pelos seus conselhos, apoio em projetos e amizade. Sua dedicação à Clínica Integrada Infantil e seu conhecimento em Ortodontia lhe fazem um exemplo de professor e profissional.

Ao professor Dr. Luis Felipe Valandro, pelo seu caráter, sua ética, sua dedicação à pesquisa odontológica e à pós-graduação em Ciências Odontológicas da UFSM. Pelas oportunidades que me ofereceu durante a graduação, como meu orientador de iniciação e pelas informações, sempre úteis e precisas, que foram proporcionadas a este trabalho.

Ao professor Dr. Carlos Heitor Cunha, pelo seu conhecimento em pesquisa e auxílio em cálculos estatísticos.

Ao professor Dr. Paulo Edelvar Corrêa Peres, a quem tenho um carinho muito grande, e pelo exemplo de profissional.

À secretária da pós-graduação, em nome da professora Dra. Roselaine Pozzobom, por sua energia, organização e disposição em nos ajudar; e à secretária Jéssica, pelo profissionalismo, e dedicação a nós, alunos.

Aos colegas de turma do mestrado, pelo convívio, troca de experiências e amizade.

Ao prof. Dr. Marco Bottino pela permissão de uso do laboratório de prótese da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e do aluno de doutorado César Bergoli pela boa vontade e recepção na minha ida a São José dos Campos.

Ao Instituto de Estudos Avançados da Aeronáutica, na pessoa do prof. Dr. Álvaro José Damião, responsável pelo laboratório de fotônica, e que, assim como o sgt. Francklin auxiliaram-me neste estudo.

Ao professor Dr. Aleir do curso de Engenharia Mecânica da UFSM, responsável pelo laboratório de microscopia eletrônica.

Enfim, a todos aqueles que estiveram presentes e de qualquer forma me ajudaram, direta ou indiretamente. Cabe salientar que, o fruto de um trabalho vem do esforço de muitas pessoas.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas  
Universidade Federal de Santa Maria

### **ANÁLISE DA INTEGRIDADE DO ESMALTE DENTÁRIO PÓS-REMOÇÃO DO REMANESCENTE RESIDUAL ORTODÔNTICO**

AUTOR: FELIPE WEIDENBACH DEGRAZIA

ORIENTADOR: RENÉSIO ARMINDO GREHS

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 01 de setembro de 2012.

A integridade do esmalte tem atraído a atenção de pesquisas, pois sua modificação poderá gerar maior retenção bacteriana e alterar a reflexão luminosa do esmalte, além de haver a necessidade de restituir o esmalte dentário às condições mais próximas ao seu estado inicial, após os procedimentos de colagem e descolagem ortodôntica. Este trabalho teve como objetivo determinar e comparar os parâmetros de rugosidade e aspecto do esmalte dentário após a remoção do remanescente resinoso, e do tempo despendido pelos diferentes métodos. Para isso, foram utilizados 61 pré-molares humanos hígidos, extraídos por razões ortodônticas, sendo que 60 pré-molares foram submetidos à análise prévia de rugosidade por perfilometria de superfície em dois eixos, horizontal (X) e vertical (Y). Realizada esta etapa, os espécimes foram submetidos aos procedimentos de colagem de bráquetes com condicionamento ácido, lavagem e secagem, aplicação de adesivo e fotoativação. Após a descolagem dos bráquetes, os espécimes foram divididos quanto ao método de remoção do remanescente residual em: grupo 1 (controle) – ponta de carboneto de tungstênio (5 lâminas), em alta rotação; grupo 2 – ponta de carboneto de tungstênio (30 lâminas), em alta rotação; e, grupo 3 – ponta diamantada por deposição química, em ultrassom. O tempo de remoção de cada remanescente foi registrado, em segundos, para posterior comparação até a sua completa remoção, que ocorreu sob luz de refletor odontológico, simulando a conduta clínica. Após, os corpos de prova foram novamente submetidos à análise perfilométrica para obtenção de diferentes parâmetros de rugosidade do esmalte dentário. Foram obtidas duas imagens, com aumento de 20x e 100x em microscopia eletrônica de varredura (MEV), de um espécime por grupo, escolhido aleatoriamente, e mais um espécime que não teve a sua rugosidade avaliada, formando o grupo Hígido. As imagens foram classificadas, por dois observadores calibrados, como: escore 0 – superfície perfeita; escore 1 – superfície aceitável; escore 2 – superfície imperfeita; e escore 3 – superfície inaceitável. Foi encontrado no eixo X, aumento da rugosidade após os 3 métodos testados, com exceção do parâmetro  $R_{sk}$ . No eixo Y, houve diminuição da rugosidade nos grupos 1 e 2, com exceção dos parâmetros  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$  e no grupo 3 houve aumento da rugosidade, com exceção do parâmetro  $R_{sk}$ . No eixo X, o grupo 1 apresentou os menores valores de rugosidade e o grupo 3, os maiores e no eixo Y, o grupo 2 apresentou os menores valores de rugosidade nos parâmetros  $R_a$ ,  $R_q$  e  $R_z$  e o grupo 3 os menores valores nos parâmetros  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$ . As imagens foram classificadas como: Grupo Hígido – escore 0; Grupo 1 – escore 1; Grupo 2 – escore 2; Grupo 3 – escore 3. Houve aumento significativo no tempo de remoção do grupo 1 em relação ao grupo 3. Dessa maneira, não houve restituição das condições originais do esmalte após a remoção do remanescente resinoso em todos os grupos e o grupo 1 apresentou aumento no tempo de remoção do remanescente resinoso.

**Palavras-chave:** Adesivos Ortodônticos. Ortodontia Corretiva. Braquetes Ortodônticos.

## ABSTRACT

Master's Dissertation  
Post Graduate Program in Dental Science  
Federal University of Santa Maria

### ANALYSIS OF THE INTEGRITY OF DENTAL ENAMEL AFTER ORTHODONTIC RESIDUAL REMNANT REMOVAL

AUTOR: FELIPE WEIDENBACH DEGRAZIA

ORIENTADOR: RENÉSIO ARMINDO GREHS

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 01 de setembro de 2012.

The integrity of enamel has attracted attention of researches. Structural modifications could lead to higher bacterial retention and light reflection changes, and there the need to restore dental enamel to conditions closer to its initial state after bonding and debonding orthodontic procedures. The aim of this work was to determine and compare roughness parameters and appearance of the enamel after remnant adhesive removal, and evaluate time required for the different methods. Sixty one healthy human premolars extracted for orthodontic reasons were used, and 60 of them were examined with a profilometry analysis of surface roughness into two axes, horizontal (X) and vertical (Y). Performed this step, the specimens were submitted to bracket bonding procedure with phosphoric acid conditioning, washed and dried, a thin layer of adhesive system and light curing. After bracket debonding the specimens were randomly divided by removal method into: group 1 (control) - tungsten carbide tip (5 blades), at high speed, group 2 - tungsten carbide tip (30 blades), at high speed, and group 3 - a diamond chemical vapor deposition with ultrasound. The removal time of each remnant was recorded in seconds, and all procedure occurred under light reflector, simulating the clinical management. Thus, the samples were again submitted to profilometry analysis. Two images were obtained with 20x and 100x increase in scanning electron microscopy (SEM) of one specimen per group, chosen randomly, and one specimen that had not had its roughness evaluated, forming the Healthy group. The images were scored by two calibrated observers, such as: score 0 - perfect surface, score 1 - acceptable surface, score 2 - imperfect surface, and score 3 - unacceptable surface. Comparing roughness with intact enamel, generally, in X axis, all roughness parameters increased after the three methods, with exception of  $R_{ku}$  and  $R_{sk}$  parameters. And generally, in Y axis,  $R_a$ ,  $R_z$ , and  $R_z$  parameters decreased after removal in groups 1 and 2 and increased after group 3. Comparing each group after removal, in X axis, the first group showed the lowest roughness values and group 3 the largest and, in Y axis, the second group had the lowest values of  $R_a$ ,  $R_q$  and  $R_z$  and group 3 the lowest values of  $R_{ku}$  and  $R_{sk}$  parameters. The images were classified as Healthy Group - score 0, Group 1 - score 1, Group 2 - score 2 and Group 3 - score 3. A significant increase in time removal occurred in group 1 relative to group 3. Thus, no cleanup procedures restore the enamel roughness to its original surface in all groups. The slowest procedure was performed with tungsten carbide - 5 blades group.

**Key words:** Orthodontic Adhesives. Corrective Orthodontics. Orthodontic Brackets.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Agente condicionante e sistema adesivo.....	27
Figura 2 – Pontas utilizadas para remoção da resina residual: (A) ponta H22GK; (B) ponta H135UF; e (C) ponta T0F.....	28
Figura 3 – Bráquete colado com delimitação da área.....	30
Figura 4 – Análise perfilométrica.....	31
Figura 5 – Metalização dos espécimes.....	33
Figura 6 – Imagem 3D da superfície de esmalte previamente à colagem (grupo Hígido).....	38
Figura 7 – Imagem 3D da superfície de esmalte após remoção com ponta multilaminada 5L (grupo 1 – controle).....	39
Figura 8 – Imagem 3D da superfície de esmalte após remoção com ponta multilaminada 30L (grupo 2).....	39
Figura 9 – Imagem 3D da superfície de esmalte após remoção com ponta diamantada por CVD (grupo 3).....	39
Figura 10a – Superfície de esmalte hígida com aumento de 25x.....	40
Figura 10b – Superfície de esmalte hígida com aumento de 100x.....	40
Figura 11a – Superfície de esmalte após remoção com ponta carboneto de tungstênio 5L, com aumento de 20x.....	40
Figura 11b - Superfície de esmalte após remoção com ponta carboneto de tungstênio 5L, com aumento de 100x.....	40
Figura 12a - Superfície de esmalte após remoção com ponta carboneto de tungstênio 30L, com aumento de 20x.....	41
Figura 12b - Superfície de esmalte após remoção com ponta carboneto de tungstênio 30L, com aumento de 100x.....	41
Figura 13a - Superfície de esmalte após remoção com ponta diamantada CVD, com aumento de 20x.....	41
Figura 13b - Superfície de esmalte após remoção com ponta diamantada CVD, com aumento de 100x.....	41

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Instrumentos utilizados na remoção da resina.....	28
Tabela 2 – Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados ( $\mu\text{m}$ ) do teste Wilcoxon no eixo X.....	35
Tabela 3 – Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados ( $\mu\text{m}$ ) do teste Wilcoxon no eixo Y.....	36
Tabela 4 – Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados finais ( $\mu\text{m}$ ) do teste Kruskal-Wallis e Post-Hoc de Dunn no eixo X.....	37
Tabela 5 – Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados finais ( $\mu\text{m}$ ) do teste Kruskal-Wallis e Post-Hoc de Dunn no eixo Y.....	37
Tabela 6 – Tempo requerido (em segundos) para remoção do remanescente.....	38
Tabela 7 – Classificação das imagens obtidas em MEV.....	40



## **LISTA DE REDUÇÕES**

**3D** – Tridimensional

**Ang** – Ângstrom

**ANOVA** – Análise de Variância

**BIS-GMA** – Bisfenol Glicidil Metacrilato

**CVD** – *Chemical Vapor Deposition*

**IRA** – Índice de Remanescente Adesivo

**ISO** – *International Organization of Standardization*

**MEV** – Microscópio Eletrônico de Varredura

**MFA** – Microscópio de Força Atômica

**SEP** – *Self-Etching Primer*

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A – Termo de Confidencialidade.....	57
Anexo B - Carta de Aprovação do Comitê de Ética.....	58

## **LISTA DE APÊNDICES**

Apêndice A – Artigo 1.....	59
Apêndice B – Artigo 2.....	71

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	26
<b>3.1 Objetivo Geral</b> .....	26
<b>3.2 Objetivos Específicos</b> .....	26
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	27
<b>4.1 Materiais</b> .....	27
4.1.1 Dentes .....	27
4.1.2 Bráquetes .....	27
4.1.3 Agente condicionante e sistema adesivo.....	27
4.1.4 Pontas removedoras de resina .....	28
4.1.5 Aparelhos e instrumentos .....	28
<b>4.2 Métodos</b> .....	29
4.2.1 Armazenamento e preparação dos corpos de prova.....	29
4.2.2 Mensuração da rugosidade .....	30
4.2.3 Procedimentos de colagem e descolagem de bráquetes.....	31
4.2.4 Randomização e divisão dos corpos de prova .....	32
4.2.5 Remoção do remanescente resinoso.....	32
4.2.6 Análise em microscópio eletrônico de varredura.....	32
4.2.7 Análise Estatística .....	34
<b>5 RESULTADOS</b> .....	35
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	42
<b>6.1 Metodologia</b> .....	42
<b>6.2 Resultados</b> .....	45
<b>6.3 Considerações Finais</b> .....	48
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	51
<b>Anexo A – Termo de Confidencialidade</b> .....	57
<b>Anexo B – Carta de Aprovação do Comitê de Ética</b> .....	58
<b>Apêndice A – Artigo 1</b> .....	59
<b>Apêndice B – Artigo 2</b> .....	71

# 1 INTRODUÇÃO

O tratamento ortodôntico corretivo prescinde da necessidade de serem coladas peças metálicas ou cerâmicas, denominadas de bráquetes ortodônticos, à superfície dentária. Para aumentar a resistência de união da base do bráquete ao esmalte, efetua-se o condicionamento ácido, que promove irregularidades na superfície do esmalte, e a aplicação do sistema adesivo, composto por uma matriz resinosa, geralmente BIS-GMA, partículas inorgânicas de preenchimento, como quartzo ou sílica, e um agente de união, usualmente o silano. (ANUSAVICE, 1998).

A colagem do bráquete ao elemento dentário deve ser resistente para prevenir eventuais falhas e atrasos durante o tratamento ortodôntico, ao mesmo tempo em que deve ser frágil o suficiente, para que não ocorram falhas coesivas na superfície do esmalte dentário durante a sua remoção. Clinicamente, ao remover-se o bráquete após o tratamento, é desejada uma quantidade maior de remanescente adesivo sobre o dente, o que diminui os índices de fratura do esmalte dentário (PONT et al. 2010). No entanto, para garantir as condições originais do esmalte, encontradas previamente ao tratamento ortodôntico, deve-se remover todo o remanescente adesivo. A sua permanência na superfície dentária acarretará em manchamento (CHEN et al. 2008; FALTERMEIER et al. 2008) e retenção de placa bacteriana (QUIRYNEN, 1994).

Com o objetivo de minimizar os danos à superfície de esmalte, diversos instrumentos rotatórios, lasers, discos abrasivos e alicates removedores de adesivos foram testados e aplicados, de diferentes maneiras, sobre a camada remanescente de resina. Alguns estudos obtiveram menores perdas de estrutura e valores mais baixos da rugosidade do esmalte com a utilização de pontas *carbide* tungstênio (ROLEAU, B.D.; MARSHALL, G.W.; COOLEY, R.O. 1982; ZARRINIA et al. 1995; ELIADES et al. 2004; HOSEIN et al. 2004) porém, todas as técnicas danificaram, de alguma maneira, a estrutura do esmalte.

Assim, com o advento de novos materiais odontológicos, foram desenvolvidas pontas ultrassônicas diamantadas pela tecnologia de deposição por vapor químico (CVdentUS<sup>®</sup> - Clorovale Diamantes, São José dos Campos, Brasil), que podem ser uma opção para a remoção do remanescente de resina presente sobre a superfície do esmalte. De acordo com Borges et al. (1999), as pontas com a tecnologia CVD apresentam maior resistência ao desgaste e eficiência de corte e, para Lima et al. (2006), possuem corte preciso e conservador.

Além disso, como são utilizadas em aparelhos ultrassônicos, atuam por vibração, produzindo menor ruído.

As técnicas de avaliação da integridade do esmalte após a remoção do remanescente adesivo são geralmente realizadas de maneira qualitativa, por meio de fotografias (KITAHARA-CÉIA; MUCHA; SANTOS, 2008), estereomicroscópios (ZACHRISSON, 1979) e microscópios eletrônicos (BONETTI et al. 2011). Estes instrumentos facilitam a observação da superfície do esmalte, como a presença de periquimáceas e a formação de ranhuras na estrutura dentária, porém tornam-se limitados em determinar a rugosidade e as perdas estruturais da superfície de esmalte. Para isso, podem ser utilizados instrumentos que mensuram a rugosidade, como perfilômetros (KIM et al. 2007) e microscópios de força atômica (KARAN, S.; KIRCELLI, B; TASDELEN, B. 2010), tornando factível a comparação quantitativa dos resultados.

Dessa maneira, a hipótese que foi testada no estudo é que não há diferença estatisticamente significativa nos diferentes parâmetros de rugosidade e topografia da superfície de esmalte, e tempo de remoção, entre os diferentes métodos utilizados para a remoção do remanescente resinoso. Tendo em vista a necessidade de restituir o esmalte dentário às condições mais próximas ao seu estado inicial após os procedimentos de colagem e descolagem ortodôntica, propõe-se, por meio deste estudo, obter dados que possam aperfeiçoar os diferentes procedimentos utilizados no processo de remoção dos remanescentes resinosos pós-descolagem ortodôntica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Zachrisson e Årtun (1979) avaliaram e compararam diferentes modalidades de descolagens de acordo com um índice da superfície de esmalte (ISE) proposto. Utilizaram pré-molares de crianças, extraídos por razões ortodônticas, e realizaram a remoção da resina com broca diamantada, lixas, roda de borracha verde e broca *carbide*, todas em baixa rotação. A classificação ocorreu da seguinte maneira: escore 0 – superfície perfeita, sem ranhuras e periquimácea intacta; escore 1 – superfície satisfatória, finas ranhuras e presença de periquimácea; escore 2 – superfície aceitável, marcas severas e algumas ranhuras mais profundas e sem periquimácea; escore 3 – superfície imperfeita, ranhuras profundas e distintas, sem periquimácea; escore 4 – aparência marcada e ranhuras grosseiras. O grupo que sofreu remoção com broca diamantada apresentou aparência de neve e foi classificada como escore 3; o grupo com lixas foi classificado em escore 3 para as granulações grande e média e escore 2 para a granulação fina; o grupo com roda de borracha recebeu escore 3; e o grupo com fresa multilaminada recebeu escore 1. Os autores sugerem evitar a utilização das brocas diamantadas para a remoção do remanescente resinoso após a descolagem de bráquetes e recomendam o uso das pontas multilaminadas em baixa rotação.

Rouleau; Marshall; Cooley (1982) compararam a rugosidade do esmalte dentário após a remoção do remanescente resinoso com cureta manual, broca *carbide* de tungstênio com 12 lâminas em baixa rotação e broca *carbide* de tungstênio ultrafina em alta rotação e mais o grupo controle, em que nenhum bráquete foi colado. Para o procedimento, 60 pré-molares foram utilizados de 12 pacientes em tratamento, e, após a remoção da resina, tiveram sua réplica em resina epóxi submetida à avaliação em MEV. Suas imagens foram classificadas por 11 examinadores e o resultado final, por ordem crescente de lisura, foi: controle, broca *carbide* ultrafina, broca *carbide* 12 lâminas e cureta manual, embora todos os instrumentos utilizados tenham deixado áreas cobertas por resina residual. Houve desvantagem da utilização de broca ultrafina no tempo de remoção em relação aos demais métodos.

Com o objetivo de determinar o dano causado à superfície de esmalte dentário após a remoção do remanescente resinoso, Howell e Weeks (1990) compararam, por microscópio eletrônico de varredura (MEV), o efeito de combinações entre sistemas adesivos e protocolos de polimento. Os sistemas adesivos foram divididos em: grupo 1 (alta carga) - Concise/3M; grupo 2 (baixa carga) – System 1/Ormco; e, grupo 3 (sem carga) – Superbond/Orthomite. Os protocolos de remoção foram os seguintes: a) somente broca; b) broca + pasta ultrafina de

óxido de alumínio; c) broca + pasta Floran (silicato de zircônio); d) broca + solução aquosa de pedra-pomes; e, e) broca + discos Soflex médio fino seguido de solução aquosa de pedra-pomes. Foram utilizadas três tipos de brocas *carbide* (Komet H238, Komet H379 e Komet H33) em baixa rotação. As amostras foram classificadas de acordo com o índice de rugosidade de superfície, sendo: o escore A – superfície aceitável com leve risco; escore B – superfície suavemente rugosa com densidade maior de leves riscos; escore C – superfície rugosa com riscos sobre toda superfície; e, escore D – superfície bastante rugosa – riscos profundos e depressões sobre toda superfície. Foi encontrada diferença estatística quanto ao acabamento, onde a solução com pedra-pomes apresentou quantidade maior de escores A e B, enquanto no grupo Soflex prevaleceram os escores C e D. A pasta de silicato de zircônio foi levemente superior à pasta ultrafina. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as diferentes brocas *carbide* e entre os diferentes sistemas adesivos utilizados.

Campbell (1995) avaliou a superfície de esmalte em microscópio eletrônico de varredura após a remoção da resina composta ortodôntica Phase II. Foi realizado um projeto piloto com seis grupos de acordo com o instrumento removedor: (1) pedra verde, (2) ponta diamantada, (3) alicate removedor de bandas, (4) ponta *carbide* tungstênio para a remoção com 30 lâminas, (5) ponta *carbide* de corte transversal e (6) discos abrasivos. Os três primeiros instrumentos foram eliminados como materiais para remoção de resina por produzirem ranhuras excessivas, visíveis clinicamente e em MEV. Para os 3 grupos restantes: ponta *carbide* tungstênio com 30 lâminas (amostra A), ponta *carbide* de corte transversal (amostra B) e discos abrasivos (amostra C), a resina foi evidenciada com solução e, durante o procedimento, foi utilizada lupa com aumento de 5x. Após a remoção, foram utilizadas diferentes formas de polimento, como pontas de óxido de alumínio, taça de borracha e pedra pomes, e taça de silicone marrom e verde com pasta para polimento. Após cada etapa de polimento foi conseguido um brilho clinicamente aceitável. As amostras foram fotografadas antes e após a realização de cada procedimento para então serem avaliados em microscópio eletrônico de varredura (MEV) em aumento de 600x. O grupo que apresentou o menor número de ranhuras no esmalte foi o que utilizou as pontas *carbide* tungstênio com 30 lâminas, em especial quando houve o polimento com pontas Enhance e taças verde e marrom com pedra pomes. Os três grupos removeram o remanescente adesivo de maneira efetiva, porém ranhuras foram observadas em todos os espécimes.

Zarrinnia; Eid; Kehoe (1995) avaliaram a estrutura da superfície de esmalte sujeita a variadas técnicas de descolagem. A estrutura de esmalte foi examinada com microscópio eletrônico de varredura (MEV) antes da colagem de 60 bráquetes metálicos em pré-molares



com dois tipos de resinas compostas densamente particuladas. Dois grupos, com 30 dentes cada, foram subdivididos em 10 subgrupos. Os primeiros três subgrupos foram utilizados para comparar a eficácia dos três instrumentos removedores de bráquetes. Como não houve diferença nas propriedades de descolagem entre as duas resinas, os dois grupos foram unidos e o instrumento que determinou a maior quantidade de remanescente no dente foi utilizado. Desta maneira, cada subgrupo (n=6) pôde ser comparado com maior significância. Após a remoção dos bráquetes, os espécimes foram novamente examinados por MEV e fotografados. Assim, sete métodos de remoção do remanescente adesivo foram comparados: (1) ponta diamantada em alta rotação; (2) broca *carbide* 169L em alta rotação; (3) broca *carbide* 12 lâminas em alta rotação; (4) broca de aço em baixa rotação; (5) discos de lixa de granulação média e fina; (6) discos de óxido de alumínio Sof-Lex; e (7) discos Shofu para esmalte; e, depois de efetuado o polimento com taça de borracha, foram examinados novamente por MEV. Os resultados deste estudo mostraram que, uma separação mais consistente na interface adesivo-bráquete, foi conseguida com alicate removedor de bráquetes. Pontas *carbide* em alta rotação com refrigeração a ar demonstraram ser eficientes na remoção de resina residual, porém, quando utilizadas sozinhas, falharam em apresentar superfície de esmalte satisfatória. Após a remoção residual, os discos de acabamento Soflex de granulação média, fina e superfina determinaram superfícies que poderiam ser rapidamente restabelecidas após acabamento com taça de borracha.

Sinha e Nanda (1997) compararam os efeitos de três técnicas de colagem e descolagem de dois tipos de bráquetes cerâmicos. Foram utilizados 180 dentes bovinos, que foram divididos em dois grupos de acordo com o tipo de bráquete, monocristalino (adesão química) e policristalino (adesão mecânica). Cada grupo foi dividido em outros três, de acordo com o tipo de colagem, uma direta e duas indiretas (Thomas modificado e térmica). Após as colagens, os grupos foram novamente divididos em três (n=10) dependendo do método de descolagem: com pistola, alicate e um instrumento especial que realiza torção. Foram avaliadas as variáveis: falha do bráquete, remanescente adesivo após a descolagem e alteração do esmalte após a descolagem. Os resultados demonstraram que as fraturas ocorridas nos bráquetes foram influenciadas pelos métodos de colagem e descolagem para ambos os tipos de braquetes. A presença de remanescente adesivo foi influenciada pela colagem e descolagem dos bráquetes policristalinos e influenciada pela colagem dos braquetes monocristalinos. Apesar da maior presença do remanescente adesivo sobre o esmalte dentário ter ocorrido na colagem direta, a técnica de descolagem com alicate

combinada com a colagem indireta de cura térmica demonstrou ser a mais segura na descolagem de ambos os tipos de bráquetes.

Van Waes; Matter; Krejci (1997) avaliaram, *in vitro*, a perda de esmalte dentário causada pela colagem e descolagem ortodôntica. Foram utilizados seis pré-molares que permaneceram em solução de timol 0,1% e que, depois de realizada a limpeza com pedra pomes e escova, foram incluídos em compômero fotopolimerizável. Todas as amostras foram examinadas em um aparelho de escaneamento computadorizado tridimensional (3DS). Este aparelho possui uma resolução de 1  $\mu\text{m}$  e permite varrer uma área de 10x10mm, sendo que se a superfície não permanecer perpendicular ao instrumento, pode haver imprecisão na medição. Para evitar a falta de precisão, uma pequena área foi varrida (3x3mm), o que resultou em 441 medidas por dente e 2646 no total. Imediatamente após a medição inicial, todas as amostras foram submetidas ao condicionamento com ácido fosfórico 37% por 60s, a lavagem com água/spray por 20s e secas. O remanescente resinoso foi removido com ponta de tungstênio em alta rotação sem refrigeração por água até a superfície estar lisa e livre de compósito a olho nu em iluminação por refletor odontológico. O polimento, utilizado na prática clínica, não foi realizado por dificuldades em padronizar a pressão e duração do procedimento. Após a descolagem, as amostras foram novamente examinadas por escaneamento a fim de determinar as diferenças entre os registros iniciais e finais. Após este procedimento, os espécimes foram examinados por microscópio eletrônico de varredura (MEV) para análise qualitativa. Foram encontradas perdas de esmalte em todas as amostras. As médias encontradas de cada amostra variaram entre 3,9  $\mu\text{m}$  e 11,2  $\mu\text{m}$ , a média total foi de 7,4  $\mu\text{m}$  com mínimo de 1  $\mu\text{m}$  e máximo de 52  $\mu\text{m}$ . O volume da perda substancial ficou entre 0,02 e 0,05  $\text{mm}^3$ .

Osorio; Toledano e Garcia-Godoy (1999) avaliaram a morfologia do esmalte dentário com MEV (Zeiss DSM 950) após o condicionamento por 15 e 60s e correlacionaram o tempo de condicionamento com a quantidade de remanescente adesivo presente no esmalte após a descolagem. Foi encontrado aumento da presença de remanescente adesivo sobre o esmalte com o condicionamento por 60s. A avaliação por MEV da morfologia do esmalte revelou que, apesar do aumento da resistência, o tempo de condicionamento de 15s determinou uma superfície menos rugosa e com menor perda de tecido produzindo assim um local mais “limpo”, com uma quantidade menor de ranhuras após a descolagem dos braquetes, sendo este o tempo recomendado para a clínica ortodôntica.

Para avaliar a eficácia de dois diferentes métodos de remoção de resina após a remoção de bráquetes ortodônticos, Santos-Pinto et al. (2001) utilizaram 18 pré-molares humanos. A divisão ocorreu em três grupos: grupo 1 (controle) – sem tratamento; grupo 2 – remoção com fresa multilaminada nº 9903; e grupo 3 – remoção com abrasão a ar com jato de óxido de alumínio. Os espécimes foram avaliados em microscópio eletrônico de varredura com 100x de aumento. Os resultados foram favoráveis para a remoção do remanescente com fresa multilaminada, que removeram a resina de maneira satisfatória, apresentando maior compatibilidade com o esmalte íntegro em relação à remoção ao jato de óxido de alumínio, embora nenhum método analisado tenha removido com perfeição todo o remanescente de resina sem deixar riscos ou ranhuras.

Grehs et al. (2003) realizaram uma revisão de literatura sobre os diferentes métodos de remoção da resina residual após a remoção dos bráquetes ortodônticos. Nesse estudo é citado que, o procedimento de remoção da resina consiste no uso de diversos mecanismos, empregando alternadamente diversas fases na remoção. Os instrumentos cortantes podem ser utilizados, bem como o alicate removedor de resina, porém, como regra geral o objetivo final é restituir à superfície do esmalte as características iniciais da mesma. Assim, dentre os principais métodos de remoção residual destacam o seguinte procedimento: remoção do grosso de resina com alicate removedor de resina com haste ativa de tungstênio, fresa metálica de tungstênio carbide 30 lâminas em alta rotação utilizada transversalmente à coroa dental e polimento com pasta diamantada, ponta montada e taças de borracha ou pedra pomes e água.

Eliades et al. (2004) avaliaram, quantitativamente, a rugosidade da superfície de esmalte após a descolagem de bráquetes utilizando dois métodos de remoção de resina. Foram utilizados 30 pré-molares humanos, que foram previamente submetidos à análise perfilométrica com perfilômetro operando sob 1,2mm de distância máxima e cortes com tamanho de 0,25mm. A análise inicial forneceu quatro parâmetros de rugosidade: ( $R_a$ ) a rugosidade média de toda área delimitada, ( $R_q$ ) a média da raiz quadrada da rugosidade, ou seja, a distribuição da altura relativa à linha média, ( $R_t$ ) a profundidade máxima de rugosidade e ( $R_z$ ) a média máxima da altura referente à distância pico-vale de cinco profundidades consecutivas. Para cada espécime foram realizados dois registros. Após, todos os espécimes foram submetidos ao condicionamento ácido com gel ácido ortofosfórico a 37% por 30s, lavados e secos. Os bráquetes foram colados ao esmalte com resina adesiva ortodôntica de cura química Unite, de acordo com as instruções do fabricante. Os espécimes foram, então, divididos em dois grupos de acordo com o método de remoção do remanescente adesivo: (1)

broca *carbide* tungstênio de oito lâminas e (2) broca diamantada ultra fina. Ambas as técnicas foram realizadas em alta rotação sob luz de refletor e por apenas um operador. Após a remoção, foi realizado o segundo registro de rugosidade. O acabamento, quando houve necessidade, foi realizado com discos Soflex e o terceiro registro de rugosidade foi efetuado. O tempo de remoção total de cada remanescente resinoso foi também registrado. As superfícies de esmalte foram examinadas com microscópio eletrônico de varredura (MEV) para excluir a possibilidade de presença do remanescente adesivo. A análise ANOVA indicou diferenças significativas para o método de remoção de resina e para os estágios de remoção. Em todos os parâmetros avaliados, com exceção da variação de altura pico-vale ( $R_z$ ), a broca *carbide*-tungstênio superou a diamantada, sendo desaconselhado o uso desta.

Hosein et al. (2004) compararam a perda de esmalte em cada etapa nos processos de colagem e descolagem com o uso de um sistema adesivo autocondicionante e um sistema convencional. Os 90 espécimes tiveram sua superfície labial delimitada com fita de polivinil. A superfície de esmalte dos espécimes foi analisada previamente com uma máquina medidora de superfície (Planer Industrial Surfometer. Logo após, os corpos de prova foram divididos em três grupos, de acordo com o sistema adesivo empregado: Grupo 1 – Transbond XT e ácido fosfórico 37% (n=40); Grupo 2 – Transbond XT e Transbond Plus self-etching primer (n=40); e Grupo 3 – Transbond Plus sel-etching primer (n=10). Os espécimes foram novamente analisados após a limpeza, após o condicionamento ácido, após a descolagem dos bráquetes e após quatro métodos de remoção do remanescente adesivo (broca *carbide* tungstênio em alta rotação, broca *carbide* tungstênio em baixa rotação, alicate de descolagem e uma ponta ultrassônica. Após a limpeza e o condicionamento ácido, foi detectada uma perda de  $-2,76\mu\text{m}$ , já com a utilização do adesivo autocondicionante foi encontrada uma perda de  $-0,27\mu\text{m}$ . Após a remoção do remanescente adesivo, o método que produziu maior perda de esmalte em ambos os grupos, foi a ponta ultrassônica, seguida da broca *carbide*-tungstênio em alta rotação, enquanto que com o uso da broca *carbide*-tungstênio em baixa rotação produziu a menor perda de esmalte seguida do alicate de descolagem, este porém, deixou muito remanescente adesivo sobre a superfície do esmalte.

Giacomet; Maia e Cople (2005) compararam, em microscopia eletrônica de varredura, o efeito da broca *carbide*-tungstênio de 30 lâminas em alta rotação e da ponta diamantada CVdentUS na remoção de resina remanescente após descolagem de *brackets* ortodônticos. Foram utilizados 20 dentes bovinos, onde um bráquete foi colado em cada dente e dividiu-se 10 corpos de prova por grupo. A remoção ocorreu com limite de tempo de 15s e as superfícies

foram avaliadas quanto à presença ou não de resina remanescente e riscos na resina e no esmalte. Verificaram que ambos os grupos apresentaram remoção deficiente de resina, sem diferença entre si. A broca multilaminada alisou a superfície de resina, sem removê-la totalmente e sem riscar o esmalte, enquanto que, a ponta CVdentUS, deixou uma superfície de resina mais irregular e riscou mais o esmalte.

Fjeld e Øgaard (2006) avaliaram os efeitos de três condicionadores (ácido fosfórico, adesivo autocondicionante e ácido poliacrílico) sobre a topografia do esmalte dentário e os efeitos da colagem de bráquetes sobre essas superfícies utilizando resina convencional e ionômero de vidro resinoso. Foram utilizados no estudo 15 pré-molares divididos, pela forma de condicionamento, em três grupos: grupo 1, ácido fosfórico 35% por 30s; grupo 2, ácido poliacrílico 10% por 20s; e adesivo autocondicionante por 3s, após todos os grupos tiveram suas superfícies lavadas com água por 30s. Os espécimes de cada grupo foram, então, avaliados por microscópio eletrônico de varredura ambiental (ESEM), que é uma técnica não-destrutiva realizada em vapor aquoso e após, os bráquetes edgewise (Ormco, Calif, EUA) foram colados. No grupo 1 os bráquetes foram colados com resina Transbond XT; no grupo 2 os bráquetes foram colados com ionômero de vidro resinoso Fuji Ortho LC; e no grupo 3 os bráquetes foram colados com resina Transbond XT. Após a colagem, os dentes com os bráquetes foram seccionados verticalmente e cada secção foi observada por microscópio eletrônico de varredura convencional com ampliação de 400, 1500 e 3000 vezes. Após o condicionamento com ácido fosfórico as superfícies de esmalte apresentaram macroscopicamente a aparência de neve, na avaliação com o ESEM, todas as superfícies foram afetadas pelo ácido e muitas ranhuras foram observadas. O condicionamento projetou picos e vales na superfície dentária em distâncias de 50µm. A maior parte dos núcleos prismáticos foi afetada, ao contrário da periferia dos prismas. Os dentes submetidos ao ácido poliacrílico não apresentaram padrão de condicionamento igual ao condicionamento com ácido fosfórico. Foram observadas variações de superfícies quase não afetadas, as superfícies com pequenas covas e, até mesmo, com sulcos e fendas. O ácido poliacrílico não abriu as terminações dos prismas como o ácido fosfórico. A conclusão disso é que a possível alta taxa de falhas nos sistemas adesivos baseados no condicionamento com adesivo autocondicionante ou ácido poliacrílico pode ser compensada por menores efeitos irreversíveis nas estruturas de esmalte.

Lima et al. (2006) estudaram as características de corte de brocas diamantadas produzidas por tecnologia CVD. Foram utilizados 40 terceiros molares que tiveram suas superfícies mesial e distal preparadas brocas cilíndricas e esféricas. Foram analisadas as

características morfológicas, largura e profundidade, em esmalte e dentina, utilizando microscopia eletrônica de varredura. Como conclusão do estudo, a broca CVD esférica produziu preparos cavitários mais profundos enquanto que a CVD cilíndrica produziu preparos cavitários mais largos, a direção do movimento das pontas não influenciou o tamanho das cavidades e os cortes produzidos pela ponta CVD foram precisos e conservadores.

Tavares (2006) comparou, *in vitro*, cinco métodos de remoção da resina residual do esmalte dentário, após o descolamento de bráquetes. Foram utilizados 50 terceiros molares, divididos em cinco grupos: grupo I – jato de óxido de alumínio; grupo II, ponta de carboneto de tungstênio (30 lâminas) em alta rotação; grupo III, ponta de óxido de alumínio (Shofu) em alta rotação; grupo IV, sistema Profin; e grupo V, alicate removedor de resina. Após a remoção foi realizado polimento com pasta de pedra-pomes e água em todas as amostras. A remoção com alicate removedor de resina foi o método que apresentou os melhores resultados e, os métodos com broca de carboneto de tungstênio (30 lâminas) e com ponta de óxido de alumínio apresentaram os maiores valores de rugosidade em relação aos demais. O polimento restabeleceu a lisura superficial do esmalte em todos os métodos de remoção.

A aplicabilidade do jateamento com óxido de alumínio na remoção do remanescente resinoso ao esmalte após a descolagem de bráquetes ortodônticos foi determinada por Kim et al. (2007). Para isso, utilizaram 20 pré-molares humanos hígidos que foram limpos com escovas profiláticas antes de serem incluídos em gesso. A face vestibular de cada dente foi incluída voltada para cima e dividida em três partes, a fim de comparar as características da superfície após os diferentes procedimentos de remoção do remanescente resinoso: grupo CS, superfície controle; grupo LS, superfície com tratamento em baixa rotação com broca *carbide-tungstênio* (FG4, Komet); e grupo SS, superfície com tratamento de jateamento com óxido de alumínio 50 $\mu$ m. A remoção foi realizada por um operador e os dados de rugosidade foram obtidos por perfilometria realizada em duas etapas, pré-remoção e pós-remoção. Foram avaliados quatro parâmetros de rugosidade:  $R_a$  (valor da média aritmética);  $R_z$  (altura máxima);  $R_{sk}$  (simetria de perfil); e  $R_{ku}$  (agudeza do perfil). Foi encontrada diferença estatisticamente significativa no aumento na temperatura (2,79°C no grupo LS e 0,15°C no grupo SS). Quanto aos parâmetros de rugosidade, houve diferença estatística nos valores de  $R_a$ ,  $R_z$  e  $R_{ku}$ . Os valores de  $R_a$  dos grupos LS e SS foram maiores em relação ao grupo CS (respectivamente, 1,24; 1,46 e 0,45 $\mu$ m), no parâmetro  $R_z$  o grupo SS (9,99 $\mu$ m) apresentou picos maiores que o grupo CS (2,96 $\mu$ m) e no parâmetro  $R_{ku}$  o grupo SS (2,86 $\mu$ m) apresentou menores valores de agudeza que o grupo CS (3,21 $\mu$ m). Não houve diferença estatística

significativa com relação ao parâmetro  $R_{sk}$ . As imagens produzidas com microscópio eletrônico de varredura apresentaram-se para o grupo CS - presença total de periquimáceas sobre a superfície do esmalte; para o grupo LS - presença de ranhuras com intermitência de periquimáceas; e para o grupo SS – ausência de periquimáceas.

Para avaliar a diferença de dois alicates, quanto às características de falhas na descolagem de bráquetes cerâmicos ortodônticos, Bishara et al. (2008) utilizaram 30 pré-molares humanos divididos em dois grupos. No grupo 1, braquetes Clarity foram descolados com alicate convencional Weingart (3M/Unitek) e no grupo 2, braquetes Clarity foram descolados com um novo instrumento de descolagem (3M/Unitek). Os dois instrumentos foram posicionados nas aletas mesial e distal do braquete e comprimidos até ocorrer a fratura de união entre o bráquete e o dente. A superfície de esmalte foi visualizada por transiluminação previamente à colagem e após a remoção do remanescente resinoso com ponta *carbide* em alta rotação. Houve diferença estatística na comparação dos grupos, quanto ao padrão de falha adesiva verificado pelo índice de remanescente adesivo (IRA). Embora a incidência de injúrias ao esmalte tenha sido parecida entre os dois grupos, a utilização do novo instrumento de descolagem diminuiu a incidência de fratura dos bráquetes.

Lee e Lim (2008) determinaram tridimensionalmente a quantidade de remanescente resinoso nos dentes após a descolagem de bráquetes ortodônticos. Para este trabalho foram utilizados 45 pré-molares, incluídos em blocos resinosos com resina acrílica, que tiveram sua superfície vestibular examinada pelo instrumento perfilômetro tridimensional (3D) em área de 5mm na direção ocluso-gengival e 7mm na direção méso-distal com intervalos de 100 $\mu$ m para cada linha de varredura. Em cada linha, o número de pontos varridos foi de 70 com intervalos de 10 $\mu$ m cada. Foram utilizados bráquetes metálicos divididos em três grupos de acordo com o sistema adesivo empregado: grupo LB, onde foi utilizada a resina Light Bond (Reliance Orthodontics Products); grupo TB, para a resina Transbond XT (3M/ESPE) e grupo FO, para a resina Fugli Ortho (GC). A descolagem ocorreu em uma máquina de testes universal INSTRON e logo após os espécimes foram analisados novamente pelo Perfilômetro 3D. Foram avaliados quatro parâmetros: volume remanescente, altura máxima, média da altura máxima, média da altura. Houve diferença significativa nos parâmetros volume remanescente e média da altura, rejeitando-se a hipótese nula.

Albuquerque et al. (2010) avaliaram a rugosidade da superfície ( $R_a$ ) e a topografia do esmalte dentário após a remoção da resina residual da descolagem de bráquetes. Foram utilizados 60 pré-molares humanos, divididos em cinco grupos: controle, broca *carbide* em

baixa rotação, broca *carbide* em alta rotação, ponta Shofu em baixa rotação, ponta Shofu em alta rotação e alicate de descolagem. O parâmetro de rugosidade  $R_a$  foi obtido antes dos procedimentos de colagem e descolagem e após a remoção da resina e a imagem de um espécime de cada grupo foi obtida com microscopia eletrônica de varredura, com aumento de 40x. Após avaliação da rugosidade e das imagens, o método com broca *carbide* em alta rotação apresentou os menores valores de rugosidade e a ponta Shofu em baixa rotação apresentou os maiores valores. Além disso, nenhum método foi capaz de remover as irregularidades após os procedimentos de colagem e descolagem.

Iijima et al. (2010) examinaram os efeitos do condicionamento ácido convencional e do autocondicionamento nas propriedades mecânicas, nanodureza e módulo de elasticidade, da superfície do esmalte dentário com a utilização de um teste de nanoindentação (sensibilidade a profundidade). Para isso, utilizaram três pré-molares humanos hígidos examinados previamente ao estudo em estereomicroscópio com ampliação de 10 vezes. A superfície bucal dos dentes foi dividida por uma fita adesiva em face mesial, condicionada com ácido fosfórico 35% por 15s e aplicação do adesivo Transbond XT (3M/Unitek), e face distal, com aplicação do adesivo autocondicionante Transbond Plus (3M/Unitek) por 3s. Após a remoção da fita adesiva, os bráquetes metálicos foram colados (Victory Series, 3M Unitek) com resina Transbond XT e fotoativados por 20s. Após 24h, os bráquetes foram descolados e o remanescente resinoso foi removido por uma ponta *carbide* tungstênio em baixa rotação, seguido de polimento com pedra pomes. Os dentes então foram divididos em duas metades, oclusal e cervical, incluídas em resina epóxi na sua parte transversal e submetidos ao teste de endentação até 25 $\mu$ m de distância da superfície. Foi encontrada uma diminuição na dureza e no módulo de elasticidade após a colagem dos bráquetes com condicionamento convencional, enquanto que a utilização de adesivos autocondicionantes causou mínimas diminuições nos valores de dureza e no módulo elástico do esmalte.

Para testar a hipótese nula de que, não há diferença significativa entre os efeitos de dois tipos de pontas rotatórias na rugosidade da superfície do esmalte, após a descolagem de bráquetes ortodônticos, Karan; Kircelli; Tasdelen (2010) mensuraram a rugosidade inicial da superfície de 20 pré-molares em um microscópio de força atômica (MFA). Os parâmetros de rugosidade utilizados foram: rugosidade média ( $S_a$ ), raiz quadrada média da rugosidade ( $S_q$ ) e profundidade máxima de rugosidade ( $S_{m\acute{a}x}$ ). Na análise inicial foram encontrados os valores de  $S_a$ ,  $S_q$  e  $S_{m\acute{a}x}$  para o grupo 1 de 37,56 $\pm$ 21,3, 48,86 $\pm$ 28,37 e 324,4 $\pm$ 115,87 e para o grupo 2 de 55,97 $\pm$ 31,45, 70,72 $\pm$ 40,45 e 394,38 $\pm$ 149,97, respectivamente. Após os procedimentos de



condicionamento ácido a 37% por 30s e aplicação da resina Light Bond (Reliance Orthodontic Products) fotoativada por 40s, os bráquetes metálicos foram colados e, após 24h descolados com alicate descolador de bráquetes. No grupo 1, o remanescente residual foi removido por ponta *carbide* de tungstênio com oito lâminas em baixa rotação e no grupo 2 foi utilizada ponta de compósito reforçado por fibra, em baixa rotação. Após a remoção, os dentes foram novamente submetidos ao MFA e foram encontrados os valores finais de  $S_a$ ,  $S_q$  e  $S_{máx}$  para o grupo 1 de  $64,28 \pm 17,29$ ,  $83,26 \pm 21,69$  e  $587,37 \pm 143,46$  e para o grupo 2 de  $29,91 \pm 12,20$ ,  $38,78 \pm 15,71$  e  $297,23 \pm 124,72$ , respectivamente. Houve significância na quantidade de irregularidades produzidas pelo grupo removido por ponta *carbide* do grupo removido por ponta de compósito ( $P < .001$ ). Ao contrário da ponta *carbide*, a ponta de compósito garantiu maior regularidade em relação ao seu aspecto inicial, porém, foram necessários, em média, 84,2s de tempo para sua remoção, enquanto que, no grupo 1 foram necessários, em média, 40s de tempo para remoção do remanescente residual.

Joo et al. (2011) avaliaram a influência do tipo de sistema adesivo, como o sistema de condicionamento convencional (CE) e o autocondicionado (SEP), na suscetibilidade ao manchamento da superfície de esmalte após a descolagem e os efeitos dos diferentes procedimentos de limpeza sobre a superfície de esmalte. Foram utilizados 135 pré-molares humanos divididos em 9 grupos: grupo 1 – controle; grupo 2 – sistema Transbond XT com acabamento; grupo 3 – sistema Transbond XT com acabamento e polimento; grupo 4 – sistema Ortho Solo com acabamento; grupo 5 – sistema Ortho Solo com acabamento e polimento; grupo 6 – sistema Tranbond Plus com acabamento; grupo 7 – sistema Transbond Plus com acabamento e polimento; grupo 8 – sistema L-Pop com acabamento; e grupo 9 – sistema L-Pop com acabamento e polimento. Para a realização do acabamento foi utilizada ponta *carbide* tungstênio de 12 lâminas em baixa rotação e para polimento foi utilizada taça de borracha com pedra pomes. A coloração do esmalte foi visualizada por um espectrofotômetro, enquanto a quantidade de remanescente resinoso foi avaliada por um perfilômetro tridimensional. Foi concluído que o sistema SEP demonstrou menor remanescente residual após a descolagem dos bráquetes do que o sistema CE; após o acabamento ter sido realizado, o sistema SEP demonstrou maior manchamento do que o sistema CE e quando o acabamento foi acompanhado do polimento, os dois sistemas, SEP e CE, não demonstraram diferença ao manchamento.

Ryf et al. (2012) avaliaram a perda de esmalte após a remoção do remanescente adesivo sobre o esmalte. Previamente a colagem com bráquetes, 75 molares foram submetidos

à análise com um dispositivo, Laserscan 3-D Pro, com o intuito de obter imagens tridimensionais. Realizados os procedimentos de colagem e descolagem, a resina residual foi removida pelos seguintes métodos: grupo 1, broca *carbide*; grupo 2, broca *carbide* e polimento com ponta Shofu marrom e verde; grupo 3, broca *carbide* e polimento com Astropol F, P e HP; grupo 4, broca *carbide* e sistema Renew; e grupo 5, broca *carbide*, polimento com ponta Shofu marrom, verde, e PoGo. A maior perda de esmalte ocorreu no grupo 1; a utilização de apenas broca *carbide* e o polimento de borracha com vários passos apresentou vantagens na prevenção da perda mineral, embora o polimento deixado por este método tenha mascarado a quantidade de resina remanescente. Neste estudo não foi encontrada diferença entre os métodos de limpeza quanto a alterações na superfície, porém a remoção adequada, sem perda de mineral, é difícil de ser alcançada.

### **3 OBJETIVOS**

Após a análise da literatura, para avaliar os efeitos da remoção do remanescente residual ortodôntico da superfície do esmalte dentário, decorrente da descolagem de bráquetes ortodônticos, foi proposto:

#### **3.1 Objetivo Geral**

Testar a hipótese nula de que não há diferença nos parâmetros de rugosidade estudados entre os seguintes métodos de remoção: Ponta diamantada por vapor químico, Ponta de carboneto de tungstênio de 5 lâminas e Ponta de carboneto de tungstênio de 30 lâminas;

#### **3.2 Objetivos Específicos**

- Avaliar e comparar a rugosidade da superfície do esmalte dentário, antes e após os procedimentos de remoção do remanescente residual ortodôntico, com as seguintes pontas: Carboneto de tungstênio – 5 lâminas; Carboneto de tungstênio – 30 lâminas; e Diamantada por vapor químico;
- Comparar o aspecto do esmalte dentário hígido e após o uso dos diferentes métodos de remoção;
- Avaliar o tempo dispensado na remoção do remanescente residual ortodôntico entre os diferentes procedimentos utilizados.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

#### 4.1.1 Dentes

Para este estudo do tipo experimental, *in vitro*, foram utilizados 61 pré-molares superiores humanos hígidos, seguindo os critérios de inclusão: desenvolvimento radicular completo, livres de lesões cariosas e trincas no esmalte (avaliados em estereomicroscópio com aumento de 20x) e extraídos por necessidade ortodôntica. Os elementos dentários utilizados nesta pesquisa pertenciam ao banco de dentes do curso de Odontologia da Universidade Federal de Santa Maria. Foram assegurados os preceitos éticos da pesquisa, conforme determina a Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996). Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa desta instituição (ANEXO 1).

#### 4.1.2 Bráquetes

Neste estudo foram utilizados bráquetes metálicos para pré-molares superiores prescrição Edgewise (Morelli, Sorocaba, Brasil) com canaleta 0.022”x0.028” com retenção mecânica na base e área de 16mm<sup>2</sup>, abrangendo 4,0mm de comprimento e 4,0mm de largura.

#### 4.1.3 Agente condicionante e sistema adesivo

O agente condicionador do esmalte utilizado foi o ácido fosfórico 37% com a denominação comercial Dental Gel (Dentsply, Brasil). Foi utilizado o sistema adesivo fotopolimerizável Transbond XT adesivo-primer e resina Transbond XT (3M/Unitek) para a colagem direta de bráquetes ortodônticos de acordo com as instruções do fabricante (Figura 1).



Figura 1 – Condicionador ácido e sistema adesivo utilizado.

#### 4.1.4 Pontas removedoras de resina

Foram utilizados três tipos de pontas removedoras (Figura 2), como demonstrado na Tabela 1.

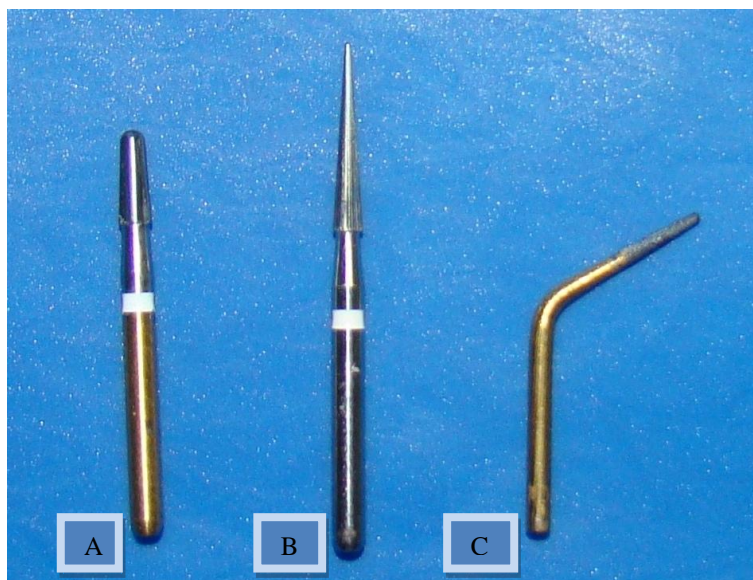


Figura 2 – Pontas utilizadas para remoção da resina residual:  
(A) ponta H22GK; (B) ponta H135UF; e (C) ponta T0F.

Tabela 1 – Instrumentos utilizados na remoção da resina.

Referência	Material	Tipo	Fabricante	Quantidade
H22GK	Carbide	Multilaminada 5L	Komet-Brasseler	2
H135UF	Carbide	Multilaminada 30L	Komet-Brasseler	2
T0F	Diamantada	Tronco-Cônica	CVDentus	1

#### 4.1.5 Aparelhos e instrumentos

Alicate How reto – 110 (OTC, Brasil);

Contra-ângulo INTRAmatic 2068 FGBN (Kavo, Brasil);

Cronômetro digital;

Esteremicroscópio Discovery V20 (CarlZeiss, Alemanha);

Fotopolimerizador Radium-Cal (SDI, Austrália);

Lupa manual de aumento – 20x;

Metalizador Desk II (Denton Vacuum, EUA);

Micro aplicadores descartáveis (Microbrush Co., EUA);  
Micromotor INTRAmatic 181 DBN (Kavo, Brasil);  
Microscópio Eletrônico de Varredura JSM-6360 (JEOL, Japão);  
Perfilômetro Form Talysurf PGI 1000 (Taylor Hobson, Reino Unido);  
Turbina extratorque 605 (Kavo, Brasil).

## 4.2 Métodos

As fases do trabalho serão descritas de acordo com a sequência de execução.

### 4.2.1 Armazenamento e preparação dos corpos de prova

Os elementos dentários permaneceram armazenados em solução de Cloramina-T 0,5% por sete dias e após, em água destilada em refrigerador à temperatura abaixo de  $-5^{\circ}\text{C}$  (ISO TS 11405) até que suas porções radiculares fossem incluídas de maneira perpendicular à base do cilindro de PVC 25-20 (Amanco, Brasil) em resina acrílica rosa ativada quimicamente (Jet Clássico, Brasil), permanecendo apenas a sua porção coronal. A porção do tubo de PVC, localizada no mesmo lado da face palatina dos dentes, foi desgastada com lixa metálica para ser utilizada como base no momento da leitura da rugosidade e dos procedimentos de colagem e descolagem dos bráquetes e remoção da resina remanescente.

Os 60 espécimes foram submetidos à profilaxia com pedra-pomes e taça de borracha por 10s e spray de água por 15s para remoção de detritos. Após, os corpos de prova foram numerados, com numeração de 01 a 60, e tiveram seu terço médio delimitado por uma fita adesiva preta, formando um retângulo com  $25,0\text{mm}^2$  de área, abrangendo 5,0mm de comprimento por 5,0mm de largura que tiveram sua metade (2,5mm de cada lado) demarcada por um corte com lâmina de bisturi, que serviu para posterior parâmetro para colagem e mensuração da rugosidade (Figura 3). Os espécimes permaneceram em água destilada à temperatura ambiente em recipientes de vidro para evitar contaminação.



Figura 3 – Bráquete colado com delimitação da área.

#### 4.2.2 Mensuração da rugosidade

A rugosidade da superfície de esmalte de cada elemento dentário foi mensurada em dois tempos (T0 e T1) por um profissional que desconhecia a distribuição dos grupos de cada corpo de prova, totalizando 720 medições. A análise foi realizada por perfilometria de superfície no laboratório de fotônica, certificado pelo Inmetro, localizado no Instituto de Estudos Avançados do Centro Técnico Aeroespacial (IEAv) – São José dos Campos (Figura 4). As análises foram realizadas à velocidade de 1mm/s, cut-off de 0,8mm e comprimento de medição de 4,0mm, sendo seis análises por espécime, três no sentido perpendicular (eixo X) e três no sentido paralelo (eixo Y) ao longo eixo do dente, cada análise separada por 1,0mm de distância.

Foram obtidos cinco parâmetros de rugosidade:

- A rugosidade média ( $R_a$ ), que é a média aritmética de todas as distâncias absolutas;
- A média da raiz quadrada da rugosidade ( $R_q$ ), que é a distribuição da altura relativa a uma linha média;
- A altura média entre os cinco picos e vales com os pontos mais altos e os mais baixos do perfil ( $R_z$ );
- O achatamento do perfil ( $R_{ku}$ ), que faz a comparação de quanto o ângulo dos picos e vales está agudo ou obtuso;

- A simetria do perfil ( $R_{sk}$ ), que verifica a predominância dos picos (+) e vales (-).



Figura 4 – Análise perfilométrica.

Após os procedimentos de colagem e descolagem dos bráquetes e remoção do remanescente adesivo, a superfície de esmalte dos espécimes foi novamente avaliada pelo instrumento perfilômetro, com seis análises por espécime, três horizontais e três verticais, com um 1,0mm de distância entre elas.

#### 4.2.3 Procedimentos de colagem e descolagem de bráquetes

Nesta etapa, o terço médio da superfície vestibular de esmalte foi condicionado com ácido fosfórico gel a 37% por 15 segundos, lavado com água destilada por 10 segundos e seco pelo mesmo tempo com jatos de ar comprimido. Foi aplicada fina e uniforme camada de adesivo-primer na superfície desmineralizada com micro aplicadores descartáveis e fotoativados com aparelho de diodo de baixa emissão Rádi-Cal com potencial radiométrico de 1250mW/cm<sup>2</sup>, durante 30s.

Os bráquetes metálicos foram posicionados no centro do longo eixo da coroa, sendo que as metades da altura e do comprimento do bráquete coincidiram com as metades demarcadas da fita adesiva, permanecendo um espaço livre de 0,5mm entre bráquete e fita. Para a colagem, foi utilizada a resina ortodôntica aplicando-se pressão com Agulha de Gilmore, perpendicular à base por 10 segundos. O excesso foi removido com uma sonda exploradora número 5 e o composto foi fotoativado com o mesmo aparelho anterior durante 40 segundos, 10s pela face mesial, 10s pela face distal, 10s pela face oclusal e 10s pela face cervical.



Após a colagem, os corpos de prova foram armazenados em água destilada à temperatura ambiente por 24h, sendo submetidos à descolagem dos bráquetes utilizando alicate de How reto por compressão das aletas.

#### 4.2.4 Randomização e divisão dos corpos de prova

Os corpos de prova foram randomizados utilizando o programa Research Randomizer Form (versão 4.0) e divididos em três grupos (n=20), de acordo com o material utilizado para remoção do remanescente residual:

- a) Grupo 1: remoção do remanescente residual ortodôntico com ponta de carboneto de tungstênio - 5 lâminas (5L), em alta rotação e com refrigeração;
- b) Grupo 2: remoção do remanescente residual ortodôntico com ponta de carboneto de tungstênio - 30 lâminas (30L), em alta rotação e com refrigeração;
- c) Grupo 3: remoção do remanescente residual ortodôntico com ponta diamantada por deposição química à vapor (CVD), em ultrassom (frequência 50Hz) e com refrigeração;

#### 4.2.5 Remoção do remanescente resinoso

A remoção ocorreu em um único sentido e direção (látero-lateral), no sentido das lâminas, e foi realizada por visão direta com auxílio de lupas de aumento de 1,5x, sob luz do refletor odontológico, simulando a conduta clínica. As pontas multilaminadas foram trocadas após remoção da resina de dez corpos de prova. Após a remoção, os espécimes foram submetidos a jato de ar-água com seringa tríplice por 15s em sua face vestibular, para remoção de resíduos que poderiam permanecer sobre a superfície.

O tempo de remoção do remanescente residual foi verificado com cronômetro digital por uma pessoa auxiliar, e anotado em segundos, para cada espécime. O registro foi realizado a partir do início da remoção do remanescente resinoso e, finalizado após a remoção completa visualizada a olho nu. A remoção foi interrompida por três vezes para visualizar a quantidade de remanescente e entre cada corpo de prova foi efetuada limpeza com jato de ar-água nas pontas removedoras.

#### 4.2.6 Análise em microscópio eletrônico de varredura

A análise em MEV foi realizada com um corpo de prova de cada grupo, escolhidos de forma aleatória pelo mesmo programa de randomização, mais um corpo de prova hígido que não teve a sua rugosidade avaliada. Para obtenção das imagens, as faces vestibulares, com aproximadamente 2,0mm de espessura, foram seccionadas da coroa utilizando ponta diamantada cilíndrica nº 4219 (KG Sorensen, Brasil) em alta rotação e refrigeração por água. Os espécimes foram submetidos ao protocolo de desidratação em álcool 50% por 5 min., álcool 75% por 5 min. e álcool 96% por 120 min.. Uma camada de aproximadamente 100Ang de pó de ouro foi depositada pela máquina Desk II (Figura 5) e analisados em microscópio eletrônico de varredura JSM-6360. Esta análise forneceu duas imagens da superfície de esmalte de cada dente (aumento de 20x e 100x) que foram, posteriormente, impressas em papel fotográfico, Couche Laser Glossy 120g (Folien, USA) tamanho A4, e classificadas em dois tempos diferentes, com intervalo de sete dias, por dois examinadores devidamente calibrados pelo teste de concordância de kappa (interexaminadores=0,75; intraexaminador 1 = 0,88 e intraexaminador 2 = 0,62) em quatro grupos, segundo índice semelhante ao Índice de Dano de Esmalte (IDE) de Howell e Weekes (1990), onde:

- a) Escore 0: Superfície Perfeita – presença de camada periquimácea, mínimas ranhuras;
- b) Escore 1: Superfície Satisfatória – pouca sobra de resina com áreas de esmalte com e sem ranhuras e presença da camada periquimácea;
- c) Escore 2: Superfície Imperfeita – presença de sulcos e sobras grosseiras de resina, com ou sem camada periquimácea;
- d) Escore 3: Superfície Inaceitável – depressões em esmalte, com ou sem sobra de resina.



Figura 5 – Metalização dos espécimes.

O resultado foi obtido pela maior quantidade de escores que cada corpo de prova recebeu, totalizando em oito análises por grupo. Em caso de haver a mesma quantidade de escores diferentes, haveria acordo entre os avaliadores para decidir qual escore seria determinado.

#### 4.2.7 Análise Estatística

Foi realizado cálculo amostral com o programa G\*Power (versão 3.1.3), de acordo com os resultados de um estudo piloto referente a este trabalho. Foi feito o cálculo com um poder de estudo de 80% e  $\alpha=0,05$ , totalizando um número mínimo de 18 corpos de prova por grupo. A normalidade dos dados foi verificada com o teste de distribuição das medidas de Shapiro-Wilk. Os dados encontrados não seguiram uma distribuição normal por isso foram submetidos a testes não-paramétricos. Os valores de rugosidade entre os métodos de remoção e os tempos de remoção de cada método foram estatisticamente avaliados com a análise de Kruskal-Wallis e, posteriormente, o método de comparações múltiplas de Dunn foi utilizado para identificar as diferenças entre os protocolos avaliados. Para a análise das diferenças de rugosidade, antes e após os procedimentos, para cada grupo, foi aplicado o teste de Wilcoxon. A calibragem dos avaliadores ocorreu pela análise de concordância inter e intraexaminador (coeficiente de kappa). Para isso, as imagens avaliadas foram divididas em 2 grupos: Grupo Inaceitável, para os escores 2 e 3, que apresentaram imagens com sulcos, grandes áreas com remanescente resinoso e/ou depressões; e Grupo Aceitável, para os escores 0 e 1, que apresentaram imagens com leves ranhuras, pequenas áreas com remanescente resinoso e boa visualização da camada de periquimáceas. Foi adotada significância com valores de probabilidade  $p<0,05$  para todos os testes e também de  $p<0,01$  para os testes de rugosidade.

## 5 RESULTADOS

Realizada a descolagem, nenhum dos corpos de prova apresentou escore 5 (nenhum remanescente adesivo sobre o dente) do Índice de Remanescente Adesivo modificado – IRAm (BISHARA; TRULOVE, 1990) sendo que, em todos os espécimes, o remanescente adesivo permaneceu na área central em que o bráquete foi colado. Do total de 60 descolagens, 58 remanescentes foram classificados em escore 1, com todo remanescente permanecendo sobre o esmalte, e dois em escore 2, com mais de 90% de remanescente sobre o esmalte.

As Tabelas 2 e 3 listam as modificações ocorridas nos parâmetros de rugosidade no eixo X e Y respectivamente, antes e após os procedimentos de colagem, descolagem e remoção do remanescente resinoso. No eixo X, em geral, houve aumento da rugosidade em todos os parâmetros, com exceção do parâmetro  $R_{sk}$ , nos 3 grupos testados. No eixo Y, em geral, houve diminuição da rugosidade, com exceção dos parâmetros de simetria,  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$ , nos grupos 1 e 2 e, em oposição, o grupo 3 apresentou aumento da rugosidade com exceção do parâmetro  $R_{sk}$ . Nenhum dos instrumentos utilizados foi determinante na manutenção da rugosidade inicial do esmalte.

Tabela 2 - Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados ( $\mu\text{m}$ ) do teste Wilcoxon no eixo X.

Grupo	Parâmetro	Média±Desvio Padrão	Média±Desvio Padrão	Valor de $p^{a,b}$
		Pré-Colagem	Pós-Remoção Adesiva	
1	$R_a$	2,0903 ( $\pm 0,7564$ )	2,7377 ( $\pm 1,0850$ )	0,0011
	$R_q$	2,5709 ( $\pm 0,8999$ )	3,5191 ( $\pm 1,5347$ )	0,0003
	$R_z$	7,3567 ( $\pm 2,4758$ )	11,2885 ( $\pm 5,4790$ )	<,0001
	$R_{ku}$	2,9645 ( $\pm 1,2331$ )	3,4024 ( $\pm 1,3864$ )	0,0124
	$R_{sk}$	-0,2263 ( $\pm 0,6386$ )	-0,3262 ( $\pm 0,5857$ )	0,4144
2	$R_a$	2,0192 ( $\pm 0,7845$ )	3,3651 ( $\pm 1,4645$ )	<,0001
	$R_q$	2,5506 ( $\pm 1,0101$ )	4,3453 ( $\pm 1,9431$ )	<,0001
	$R_z$	7,3201 ( $\pm 3,4147$ )	13,0415 ( $\pm 5,5151$ )	<,0001
	$R_{ku}$	3,2684 ( $\pm 1,5157$ )	3,5621 ( $\pm 1,4904$ )	0,1424
	$R_{sk}$	-0,4331 ( $\pm 0,7015$ )	-0,3228 ( $\pm 0,6785$ )	0,4482
3	$R_a$	2,4333 ( $\pm 0,6169$ )	3,8254 ( $\pm 0,6296$ )	<,0001
	$R_q$	3,0575 ( $\pm 0,8192$ )	4,7951 ( $\pm 0,7815$ )	<,0001
	$R_z$	7,9080 ( $\pm 2,3325$ )	17,9903 ( $\pm 3,0262$ )	<,0001
	$R_{ku}$	3,0172 ( $\pm 1,1277$ )	3,0635 ( $\pm 0,7345$ )	0,1215
	$R_{sk}$	-0,3486 ( $\pm 0,6690$ )	-0,1663 ( $\pm 0,4228$ )	0,0658

<sup>a</sup> Diferença estatisticamente significativa para valores de  $p < 0,01$ .

<sup>b</sup> Diferença estatisticamente significativa para valores de  $p < 0,05$ .

Tabela 3 - Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados ( $\mu\text{m}$ ) do teste Wilcoxon no eixo Y.

Grupo	Parâmetro	Média±Desvio Padrão	Média±Desvio Padrão	Valor de p <sup>a,b</sup>
		Pré-Colagem	Pós-Remoção Adesiva	
1	R <sub>a</sub>	2,0404 ( $\pm 0,6032$ )	1,2174 ( $\pm 0,5901$ )	<,0001
	R <sub>q</sub>	2,5833 ( $\pm 0,7865$ )	1,7353 ( $\pm 0,9482$ )	<,0001
	R <sub>z</sub>	8,5808 ( $\pm 2,7903$ )	6,6664 ( $\pm 3,3251$ )	<,0001
	R <sub>ku</sub>	3,6791 ( $\pm 3,3359$ )	5,5962 ( $\pm 2,4171$ )	<,0001
	R <sub>sk</sub>	0,0905 ( $\pm 0,9050$ )	-0,1369 ( $\pm 0,9449$ )	0,5655
2	R <sub>a</sub>	1,8031 ( $\pm 0,6207$ )	0,9180 ( $\pm 0,2869$ )	<,0001
	R <sub>q</sub>	2,2795 ( $\pm 0,8433$ )	1,2356 ( $\pm 0,4453$ )	<,0001
	R <sub>z</sub>	7,4669 ( $\pm 2,7581$ )	4,5836 ( $\pm 1,5694$ )	<,0001
	R <sub>ku</sub>	2,9485 ( $\pm 0,8198$ )	5,3485 ( $\pm 2,7324$ )	<,0001
	R <sub>sk</sub>	0,1295 ( $\pm 0,4778$ )	0,8044 ( $\pm 1,0251$ )	<,0001
3	R <sub>a</sub>	2,0492 ( $\pm 0,5467$ )	3,0875 ( $\pm 0,7228$ )	<,0001
	R <sub>q</sub>	2,5782 ( $\pm 0,7088$ )	3,9521 ( $\pm 0,9199$ )	<,0001
	R <sub>z</sub>	8,6486 ( $\pm 2,3670$ )	17,1993 ( $\pm 3,4027$ )	<,0001
	R <sub>ku</sub>	3,0523 ( $\pm 1,1960$ )	3,5111 ( $\pm 0,9323$ )	0,0003
	R <sub>sk</sub>	-0,3413 ( $\pm 0,4965$ )	-0,3148 ( $\pm 0,3959$ )	1,0000

<sup>a</sup> Diferença estatisticamente significativa para valores de  $p < 0,01$ .

<sup>b</sup> Diferença estatisticamente significativa para valores de  $p < 0,05$ .

As Tabelas 4 e 5 apresentam as diferenças de cada parâmetro, entre os três grupos, no eixo X e Y respectivamente, ocorridas após os procedimentos de colagem, descolagem e remoção do remanescente resinoso. No eixo X, foi encontrada diferença entre os grupos nos parâmetros R<sub>a</sub>, R<sub>q</sub> e R<sub>z</sub>, sendo que o grupo 1 apresentou os menores valores e o grupo 3 os maiores. No eixo Y foi encontrada diferença em todos os parâmetros de rugosidade, sendo que o grupo 2 apresentou os menores valores de rugosidade nos parâmetros R<sub>a</sub>, R<sub>q</sub> e R<sub>z</sub> e o grupo 3 os menores valores de rugosidade nos parâmetros R<sub>ku</sub> e R<sub>sk</sub>.

Tabela 4 - Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados finais ( $\mu\text{m}$ ) do teste Kruskal-Wallis e Post-Hoc de Dunn no eixo X.

<b>Parâmetro</b>	<b>Grupo</b>	<b>Média±DP</b>	<b>Valor de <math>p^a</math></b>	<b>Dunn<sup>b</sup></b>
R <sub>a</sub>	1	2,7377 ( $\pm 1,0850$ )	<,0001	A
	2	3,3651 ( $\pm 1,4645$ )		B
	3	3,8254 ( $\pm 0,6296$ )		C
R <sub>q</sub>	1	3,5191 ( $\pm 1,5347$ )	<,0001	A
	2	4,3453 ( $\pm 1,9431$ )		B
	3	4,7951 ( $\pm 0,7815$ )		C
R <sub>z</sub>	1	11,2885 ( $\pm 5,4790$ )	<,0001	A
	2	13,0415 ( $\pm 5,5151$ )		A
	3	17,9903 ( $\pm 3,0262$ )		B
R <sub>ku</sub>	1	3,4024 ( $\pm 1,3864$ )	0,3965	-
	2	3,5621 ( $\pm 1,4904$ )		-
	3	3,0635 ( $\pm 0,7345$ )		-
R <sub>sk</sub>	1	-0,3262 ( $\pm 0,5857$ )	0,1354	-
	2	-0,3228 ( $\pm 0,6785$ )		-
	3	-0,1663 ( $\pm 0,4228$ )		-

<sup>a</sup> Foi encontrada diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ .

<sup>b</sup> Grupos com a mesma letra não apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

Tabela 5 - Estatística descritiva dos parâmetros de rugosidade e resultados finais ( $\mu\text{m}$ ) do teste Kruskal-Wallis e Post-Hoc de Dunn no eixo Y.

<b>Parâmetro</b>	<b>Grupo</b>	<b>Média±DP</b>	<b>Valor de <math>p^a</math></b>	<b>Dunn<sup>b</sup></b>
R <sub>a</sub>	1	1,2174 ( $\pm 0,5901$ )	<,0001	A
	2	0,9180 ( $\pm 0,2869$ )		A
	3	3,0875 ( $\pm 0,7228$ )		B
R <sub>q</sub>	1	1,7353 ( $\pm 0,9482$ )	<,0001	A
	2	1,2356 ( $\pm 0,4453$ )		B
	3	3,9521 ( $\pm 0,9199$ )		C
R <sub>z</sub>	1	6,6664 ( $\pm 3,3251$ )	<,0001	A
	2	4,5836 ( $\pm 1,5694$ )		B
	3	17,1993 ( $\pm 3,4027$ )		C
R <sub>ku</sub>	1	5,5962 ( $\pm 2,4171$ )	<,0001	A

Parâmetro	Grupo	Média±DP	Valor de p <sup>a</sup>	Dunn <sup>b</sup>
R <sub>sk</sub>	2	5,3485 (±2,7324)	<,0001	A
	3	3,5111 (±0,9323)		B
	1	-0,1369 (±0,9449)		A
	2	0,8044 (±1,0251)		B
	3	-0,3148 (±0,3959)		C

<sup>a</sup> Foi encontrada diferença estatisticamente significativa para  $p < 0,05$ .

<sup>b</sup> Grupos com a mesma letra não apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

A tabela 6 se refere à média de tempo despendido na remoção dos remanescentes resinosos de cada corpo de prova. O grupo 3 apresentou menor tempo de remoção em relação ao grupo 1 e o grupo 2 não apresentou diferença ( $p > 0,05$ ) dos demais.

Tabela 6 – Tempo requerido (em segundos) para remoção do remanescente.

Grupo	Média(±D.P.) <sup>a</sup>	Mínimo	Máximo
1	A 75,55 (±29,61)	33	136
2	AB 59,20 (±17,88)	32	93
3	B 54,85 (±22,90)	28	114

<sup>a</sup> Grupos com a mesma letra não apresentam diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ).

As imagens 3D computadorizadas da superfície, produzidas por perfilometria, foram obtidas do terço médio, com área de 1,0mm x 1,0mm, de cada grupo e estão demonstradas nas figuras 6 a 9.

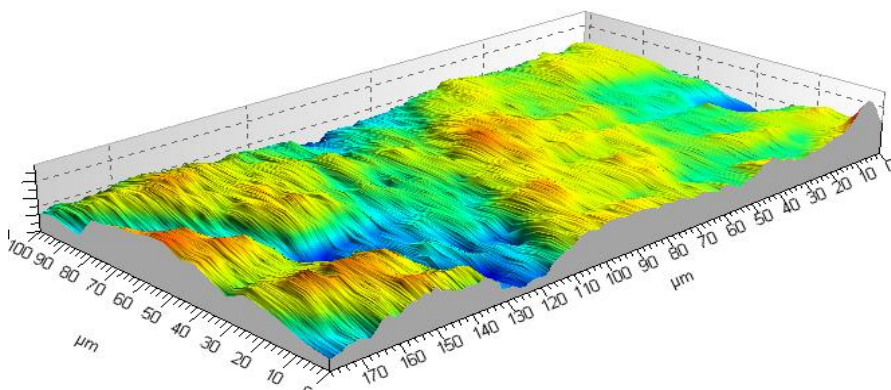


Figura 6 – Imagem 3D da superfície de esmalte previamente à colagem (grupo Hígido).

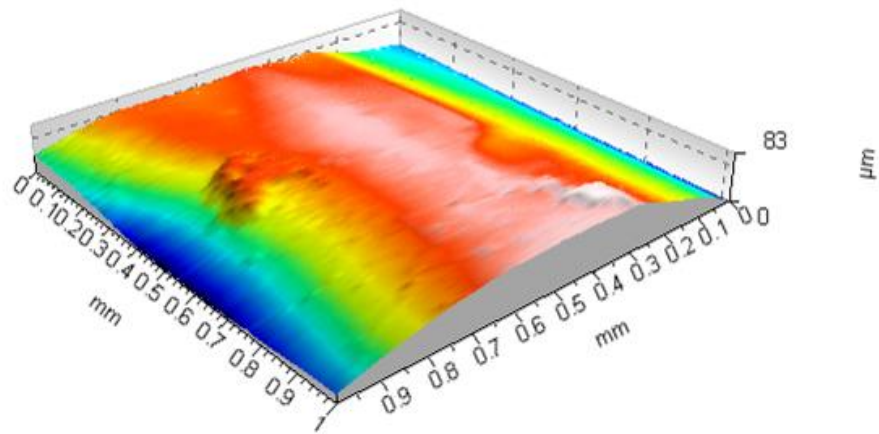


Figura 7 – Imagem 3D da superfície de esmalte após remoção com ponta multilaminada 5L (grupo 1 - controle).

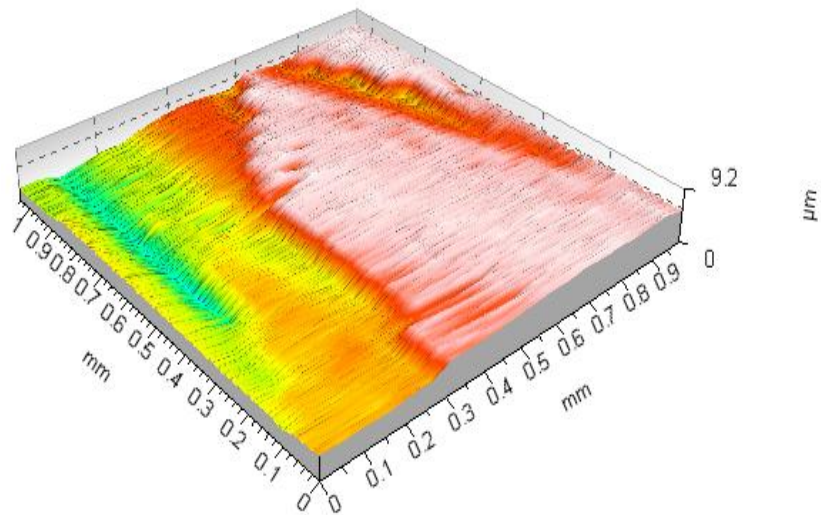


Figura 8 – Imagem 3D da superfície de esmalte após remoção com ponta multilaminada 30L (grupo 2).

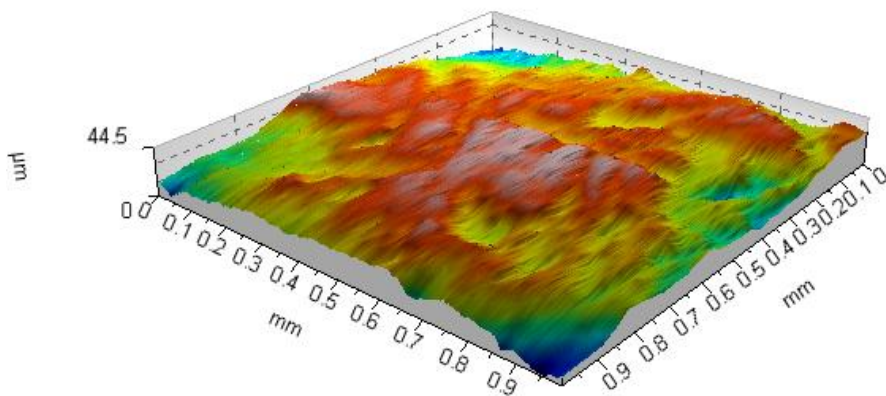


Figura 9 – Imagem 3D da superfície de esmalte após remoção com ponta diamantada por CVD (grupo 3).



As imagens obtidas por MEV foram classificadas, segundo a tabela 7, nos seguintes escores: Grupo Hígido – escore 0, perfeita (poucas ranhuras e visualização de toda camada periquimácea), figura 5; Grupo 1 – escore 1, satisfatória (poucas ranhuras, leve sobra de resina e visualização de toda camada periquimácea), figura 6; Grupo 2 – escore 2, imperfeita (sulcos e sobras de resina com pouca visualização da camada periquimácea), figura 7; Grupo 3 – escore 3, inaceitável (depressões e ranhuras), figura 8.

Tabela 7 – Classificação das imagens obtidas em MEV.

	<b>Escore 0</b>	<b>Escore 1</b>	<b>Escore 2</b>	<b>Escore 3</b>
Grupo Hígido	5	3	-	-
Grupo 1	2	4	2	-
Grupo 2	-	3	5	-
Grupo 3	-	-	3	5

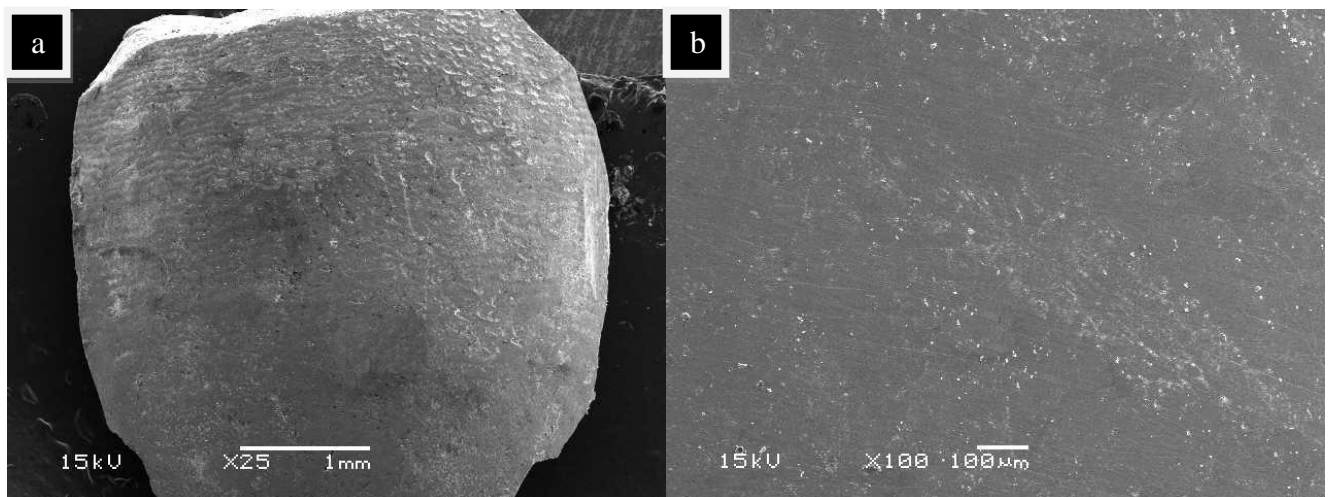


Figura 10 – Superfície de esmalte hígida, com aumento de a)25x e b)100x.

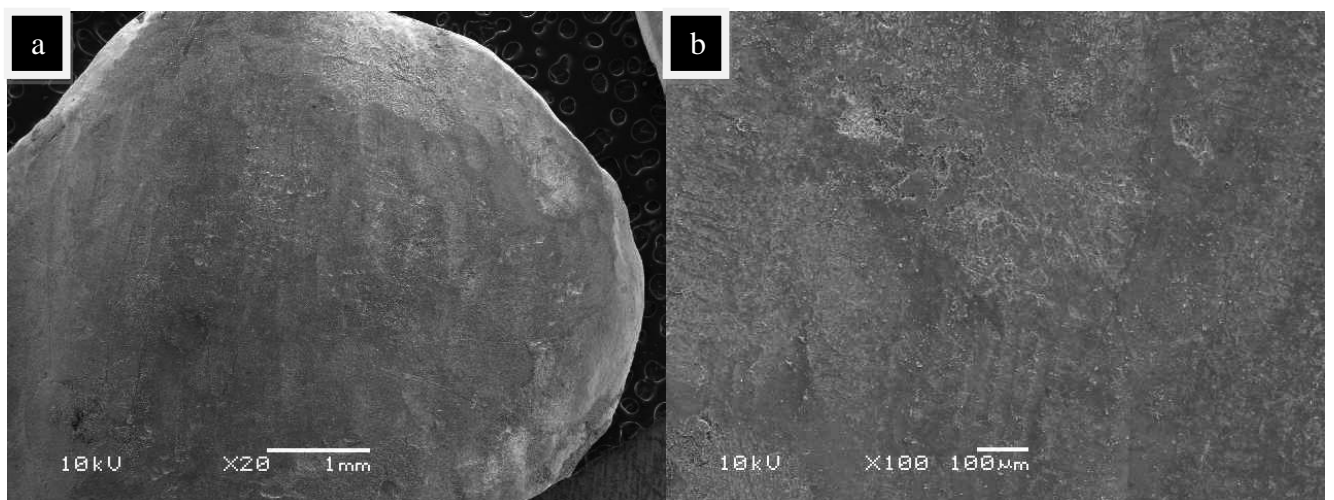


Figura 11 – Superfície de esmalte após remoção com carboneto de tungstênio 5L, com aumento de a)20x e b)100x.

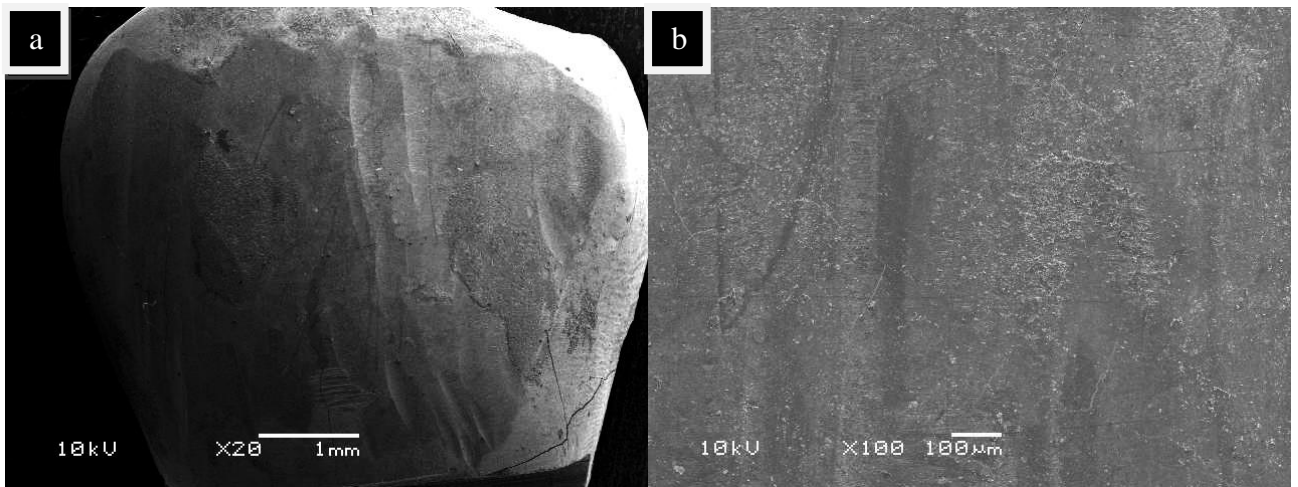


Figura 12 - Superfície de esmalte após remoção com carboneto de tungstênio 30L, com aumento de a)20x e b)100x.

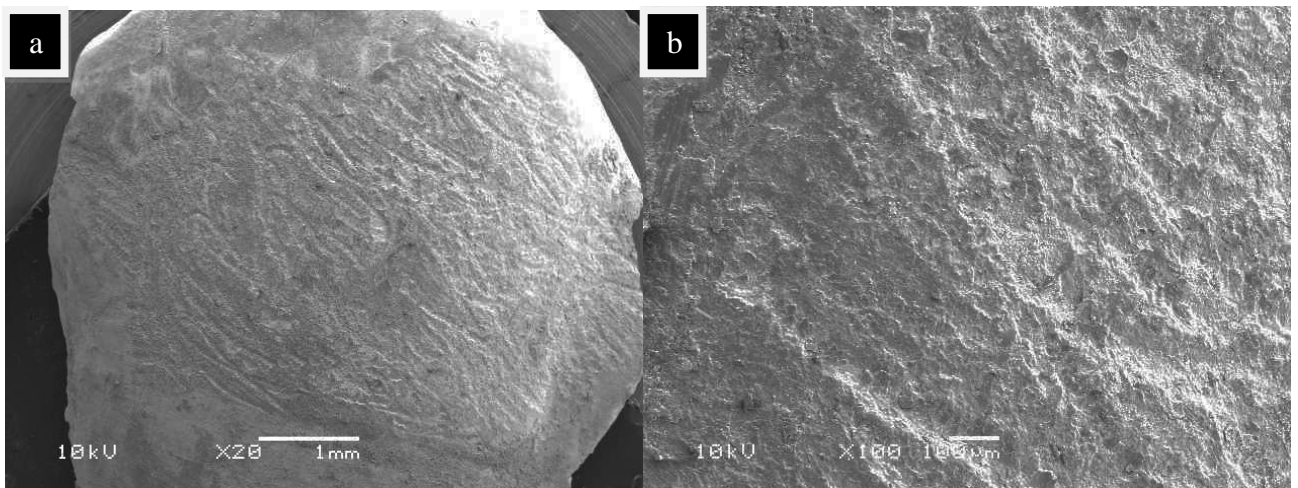


Figura 13 - Superfície de esmalte após remoção com pontas diamantadas CVD, com aumento de a)20x e b)100x.

## 6 DISCUSSÃO

### 6.1 Metodologia

O trabalho realizado utilizou, como amostra, pré-molares humanos devido à necessidade da camada de esmalte do teste em apresentar anatomia e rugosidade semelhantes à utilizada na rotina clínica. Assim, excluiu-se a possibilidade de uso de esmalte bovino, por não haver essas semelhanças em relação ao esmalte humano e possuírem irregularidade da superfície e necessidade, indesejada para este trabalho, de pré-polimento dessa superfície (OESTERLE; SHELLHART; BELANGER, 1998). O tamanho da amostra (n=20) foi maior do que a quantidade de espécimes comumente encontrada em diferentes artigos que tiveram como avaliação a rugosidade de esmalte (ELIADES et al., 2004; KARAN; KIRCELLI; TASDELEN, 2010; BRAUCHLI et al., 2011). O cálculo amostral teve como referência a diferença de desvio-padrão encontrada entre os grupos controle e experimental (ponta multilaminada e ponta CVD, respectivamente) testados em estudo-piloto previamente realizado com probabilidade de serem iguais de 80% (poder do estudo). Bonetti et al. (2011) efetuou um estudo com análises em imagens obtidas por MEV e necessitou de um mínimo de 12 pré-molares com o mesmo poder do estudo. A importância de se obter uma amostra baseada em estudos prévios está em diminuir o erro padrão, pois o erro de deixar de declarar uma diferença, se esta existe, tem maior probabilidade de ocorrer quando a amostra é pequena, sendo a solução, usar o maior tamanho amostral possível (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

As características dos bráquetes utilizados como tipo de malha e curvatura da base ou prescrição não foram importantes na sua escolha, pois o objetivo dessa etapa era que permanecesse uma quantidade maior de resina sobre a superfície do dente (KITAHARA-CEIA; MUCHA; SANTOS, 2008), diferentemente de outros tipos de pesquisas com bráquetes (SHARMA-SAYAL et al., 2003; COZZA et al., 2006). A importância da escolha dos bráquetes se deu pelo tamanho da sua área, onde havia necessidade de se apresentar um comprimento mínimo de avaliação de 4mm, para seguir os padrões de avaliação referentes à medição dos parâmetros de rugosidade (ISO 3274, 1996).

A colagem dos bráquetes à superfície dentária de esmalte ocorreu pelo método convencional (2 passos), com condicionamento ácido prévio e sistema adesivo pois, estudos prévios demonstram que, após a descolagem do bráquete, uma quantidade maior de material resinoso permanece sobre o esmalte quando a colagem pelo método convencional é comparada à cimento ionomérico (FJELD; ØGAARD, 2006; KNÖSEL et al., 2010) e sistema

autocondicionante (FALTERMEIER; BEHR; MÜSSIG, 2007; JOO et al. 2011), protegendo o esmalte de eventuais danos causados pela fratura adesiva entre resina e dente. Esta ocorrência pode ser explicada pelo padrão de condicionamento observado, onde o ácido fosfórico utilizado dissolveu ambas as camadas de esmalte interprismática e prismática (FJELD; ØGAARD, 2006). Neste estudo, não houve o objetivo de ser avaliada a superfície de esmalte após aplicação do agente condicionador, visto que há bastante informação sobre as alterações causadas por esse procedimento (FITZPATRICK; WAY, 1977; UNO; FINGER, 1995; VILCHIS; HOTTA; YAMAMOTO, 2007) e o tempo de condicionamento foi padronizado em 15s para todos os grupos, já que o aumento de tempo para 30s aumenta a rugosidade da superfície (HALLETT; GARCÍA-GODOY; TROTTER, 1994; OSORIO; TOLEDANO; GARCÍA-GODOY, 1999), sendo indesejado nesse trabalho.

Assim como o agente condicionador, a remoção dos bráquetes por compressão de suas aletas, por alicate de How ou outro semelhante, também aumentam a quantidade de resina sobre a superfície do dente, sem danificá-lo (KNÖSEL et al., 2010; RYF et al., 2012). Após a descolagem dos bráquetes com alicate How, o remanescente resinoso permaneceu inteiro em esmalte em 58 corpos de prova (escore 1 do IRAm), nos outros dois corpos de prova, permaneceu em 90% do total (Escore 2 do IRAm), similar a outro estudo (RADLANSKI, 2001). O método de avaliação do IRA foi visual, com auxílio de lupa (20x), pois, segundo estudo realizado recentemente, não houve diferença nos índices com imagens visualizadas por lupas ou por outros instrumentos mais desenvolvidos (CEHRELI et al. 2012)

Previamente à avaliação inicial de rugosidade, foi realizada profilaxia com o objetivo de remover detritos que poderiam interferir na análise. Como já demonstrado (HOSEIN; SHERRIFF; IRELAND, 2004), a profilaxia prévia à colagem é clinicamente desnecessária quando há o condicionamento ácido convencional, levando à perda de estrutura dentária (BROWN; WAY, 1978) e consequente modificação da rugosidade. No entanto, se não ocorresse essa profilaxia, a rugosidade poderia ser influenciada pela *smear layer* presente e comparada à análise final, alterando o resultado do trabalho.

O polimento final, normalmente realizado após a remoção do remanescente nos procedimentos clínicos, não foi efetuado, pois alteraria a superfície de esmalte e modificaria o enfoque do presente trabalho de avaliar, apenas, as pontas removedoras, similar a outros estudos (CEHRELI; LAKSHMIPATHY; YAZICI, 2008; ÖZER; BAŞARAN; KAMA, 2010).

Foram analisados cinco parâmetros de rugosidade:  $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_z$ ,  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$ . Na literatura, não há consenso para utilização de determinado parâmetro de rugosidade, ocorrendo variações de parâmetros utilizados para cada estudo (ELIADES et al., 2004; KARAN;

TOROGLU, 2008; KIM, 2008; KARAN; KIRCELLI; TASDELEN, 2010). Estudos relatam que, a avaliação de rugosidade, somente pelo parâmetro  $R_a$ , não trazia toda a informação necessária, visto que esse dado apresenta somente uma média geral da rugosidade (ELIADES et al. 2004; BRAUCHLI et al. 2011). Assim, informações importantes referentes ao achatamento ( $R_{ku}$ ), altura de picos e vales ( $R_z$ ) e simetria ( $R_{sk}$ ) da rugosidade são perdidos. O parâmetro  $R_q$ , por exemplo, por ser mais sensível aos picos, é útil para observar alterações que possam existir caso o  $R_a$  não demonstre diferença.

Os dentes permaneceram em resina acrílica de forma perpendicular à base de PVC conforme outros estudos (KNÖSEL et al., 2010; OSTBY et al., 2010), pois assim facilitou a aproximação das pontas de remoção, de forma paralela ao remanescente resinoso, não havendo a limitação do toque da turbina ao tubo de PVC e resina. Os três tipos de ponta utilizados variaram de acordo com o material e o formato com que foram produzidos. A ponta de tungstênio removedora de resina formada por 5 lâminas chanfradas, para evitar um toque com ângulo agudo ao esmalte, foi utilizada como grupo controle pelo bom desempenho obtido em estudos anteriores (RADLANSKI, 2001; RADLANSKI; BEST, 2007; SANTOS, 2009) e é recomendada, pelo seu fabricante, especificamente para o tipo de procedimento realizado neste trabalho. A ponta de tungstênio com 30 lâminas, também obteve desempenhos satisfatórios em outros estudos (ROULEAU; MARSHALL; COOLEY, 1982; CAMPBELL, 1995; JONKE et al., 2006), e a ponta diamantada por deposição à vapor químico, altamente resistente, utilizada especialmente na área de dentística restauradora (BORGES et al, 1999; VIEIRA et al. 2007). A remoção ocorreu com auxílio de lupas para magnificar a área visada, como preconizado por estudo recente que encontrou diminuição de riscos e ranhuras em esmalte após a remoção do remanescente com o uso de lupas (BAUMANN; BRAUCHLI; VAN WAES, 2011). Todas as pontas foram utilizadas sob refrigeração com água, apesar de alguns estudos relatarem que, somente refrigeração a ar é suficiente e existir facilidade de visualização do remanescente quando a remoção é realizada sem água (RETIEF; DENYS, 1979; ZARRINIA; EID; KEHOE, 1995), sensibilidade dolorosa e injúrias pulpares, como necrose ou trombos, podem surgir com o aumento da temperatura causado pela alta rotação (ZACH; COHEN, 1965; JONKE et al. 2006).

A avaliação dos espécimes ocorreu por dois métodos, análise em MEV e perfilômetro, porque obter dados de imagens é essencial para examinar ranhuras e restos de resina, porém é um método subjetivo (KIM et al., 2007). A varredura por perfilometria, sendo tanto por contato com ponta (ÖZER; BAŞARAN; KAMA, 2010) quanto sem contato (CEHRELI;

LAKSHMIPATHY; YAZICI, 2008; RUIZ et al. 2009), produz medidas quantitativas precisas.

As imagens foram analisadas por dois examinadores calibrados e cegados, com o objetivo de diminuir o viés de aferição, ocorrido também em outro estudo (PONT et al. 2010).

## 6.2 Resultados

Este estudo avaliou a integridade do esmalte após a remoção de bráquetes ortodônticos, por meio de parâmetros de rugosidade e imagens produzidas por microscópio eletrônico de varredura. O desfecho “rugosidade” tem sido foco de inúmeras investigações laborais que avaliam os danos causados no esmalte, após os diferentes métodos de remoção do remanescente resinoso (ZACHRISSON; ARTUN, 1979; HOWELL; WEEKES, 1990; CAMPBELL, 1995; RADLANSKI, 2001; KIM et al., 2007), pois indica modificação anatômica, com conseqüente retenção bacteriana (QUIRYNEN, 1994), presença de detritos resinosos, que causam manchamento (FALTERMEIER et al., 2008; TRAKYALI; ÖZDEMIR; ARUN, 2009) e de propriedades ópticas, como a reflexão de luz no esmalte (ZARRINIA; EID; KEHOE, 1995; KAKABOURA et al. 2007). Entretanto, tem-se demonstrado que, avaliar este fator de forma qualitativa apenas, não nos permite detectar as alterações quantitativas da remoção, causadas por cada instrumento (HONG; LEW, 1995).

A busca da integridade da superfície de esmalte, após o tratamento corretivo fixo com acessórios ortodônticos, é um dos objetivos dos ortodontistas. O uso de pontas diamantadas para a remoção do remanescente ortodôntico tem sido desaconselhado (RETIEF; DENYS, 1979; ELIADES et al., 2004; SANTOS, 2009), porém, o surgimento de pontas de diamante com deposição por vapor químico poderia modificar essa realidade, abrindo um novo campo para o uso de instrumentos diamantados na remoção de resíduos ortodônticos sobre o esmalte. No entanto, os resultados deste trabalho contraindicam a sua utilização na remoção da resina adjacente ao esmalte, visto que há um aumento nos valores médios dos parâmetros  $R_a$ ,  $R_q$  e  $R_z$  em ambos os eixos (X e Y) avaliados em relação aos métodos de remoção com as pontas de *carbide-tungstênio*, assim como ocorreu de forma semelhante em outros estudos (ELIADES et al., 2004; CEHRELI; LAKSHMIPATHY; YAZICI, 2008; SANTOS, 2009).

A análise visual por imagens foi também determinante na contraindicação das pontas diamantadas, pois ambos examinadores qualificaram as imagens como inaceitáveis, corroborando com pesquisas anteriores (ZACHRISSON; ARTUN, 1979; ZARRINIA; EID; KEHOE, 1995). Tratando-se especificamente da avaliação do eixo Y, o grupo com ponta

diamantada foi o único que aumentou os valores de rugosidade em relação à avaliação inicial, e, mesmo com cristais de diamante menores e homoganeamente distribuídos (BORGES et al. 1999), não foi possível evitar o aspecto rugoso observado por MEV. Em relação aos parâmetros  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$ , que correspondem aos níveis de achatamento e simetria dos picos e vales, respectivamente, o grupo 3 não se diferenciou dos demais na avaliação no eixo X, porém no eixo Y, permaneceu com ângulos mais agudos ( $R_{ku}$ ) e maior presença de vales, percebido pelo aumento do  $R_{sk}$ . Em relação a sua condição original no eixo X, não houve alteração nesses dois parâmetros, assim como ocorreu nos estudos de Kim et al. (2007) que estudaram a remoção com outros tipos de materiais, porém, sem identificar alterações em ambos parâmetros.

O grupo 1 (*carbide* - 5 lâminas) apresentou, no eixo X, as menores médias dos parâmetros de rugosidade em relação aos outros grupos estudados, o que está em concordância com os trabalhos de Radlanski (2001), Radlanski e Best (2007) e Santos (2009). As pequenas alterações da rugosidade, encontradas por este material, segundo Radlanski (2001), ocorrem devido ao formato das pontas das lâminas que não possuem ângulo agudo, mas um chanfro, que serve para proteger o esmalte de possíveis riscos. Na comparação entre a rugosidade inicial do dente e a final, provocada pela remoção, no eixo X, ocorreu um aumento da rugosidade dos diferentes parâmetros, com exceção do  $R_{sk}$ , similar a outras investigações (KIM et al., 2007; CEHRELI; LAKSHMIPATHY; YAZICI, 2008), que não encontraram diferença da rugosidade original e final nos parâmetros  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$ . No eixo Y, em oposição ao eixo X, houve diminuição dos valores de rugosidade em relação à análise inicial, ou seja, por mais conservador que tenha sido o método, não foi possível restituir a superfície de esmalte a sua condição inicial. A diminuição dos valores no eixo Y pode ser explicada pela varredura ter ocorrido em um sentido perpendicular ao corte das lâminas, tornando a superfície mais polida, o que sugere menor acúmulo de placa (QUIRYNEN, 1994), porém não foram encontrados dados na literatura que relatem as mudanças neste eixo, tornando-se uma limitação para comparação neste estudo. A mudança do parâmetro  $R_{sk}$ , no eixo Y, demonstrou uma tendência da assimetria aumentar em direção aos vales produzidos no esmalte, porém, não apresentou diferença estatística.

O resultado da observação das imagens do grupo 1 apresentou um aspecto bastante semelhante com a imagem original do esmalte e, apesar de haver relato de seguir um padrão ondulado (BRAUCHLI et al., 2011), foi classificada, pelo maior número de escores, como satisfatória, assim como ocorreu em trabalhos anteriores (ZARRINNIA; EID; KEHOE, 1995; RADLANSKI; BEST, 2007).

O grupo das pontas de 30 lâminas apresentou-se com os valores intermediários entre os dois outros grupos. Houve menor rugosidade no eixo X em relação ao grupo CVD, semelhante ao estudo de Eliades et al. (2004), que comparou ponta carbide - 8 lâminas à ponta diamantada ultra-fina. O grupo carbide 30L apresentou maior rugosidade que o grupo controle nos parâmetros  $R_a$ ,  $R_q$  e  $R_z$ , demonstrando seu alto poder de corte. No eixo Y, apresentou os menores valores de rugosidade perante os demais métodos, com exceção do  $R_{sk}$ . Isto provavelmente tenha ocorrido pela quantidade aumentada do número de lâminas, que, em alta rotação, tornaram a superfície mais polida do que o grupo controle, porém não foram encontrados estudos que auxiliem no entendimento dessa alteração. Todos os parâmetros, avaliados no eixo X, aumentaram em relação à análise prévia, e no eixo Y, com exceção do  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$ , houve a diminuição da rugosidade do esmalte em relação à inicial, o que demonstra que este método, também não restitui o esmalte às condições originais, indo de acordo com os achados de Campbell (1995), Tavares (2006) e Özer et al. (2010).

Ao contrário de estudos que obtiveram grande aceitação com as pontas de carboneto de tungstênio 30L (ROLEAU; MARSHALL; COOLEY, 1982; CAMPBELL, 1995), recomendamos cautela com este instrumento, pois por ser mais fina que as demais, pequenas mudanças de pressão na mão do operador, podem causar sulcos profundos. Ireland; Hosein; Sherriff (2005) cita, ainda, que mais tecido de esmalte é perdido com o uso deste tipo de método em alta rotação. A imagem deste grupo neste estudo foi classificada como insatisfatória, por causar mais sulcos e permanecerem sobras grosseiras de resina na superfície de esmalte.

Os três métodos testados apresentaram alterações em relação à condição original do esmalte quanto aos parâmetros  $R_a$ ,  $R_q$  e  $R_z$ , nos eixos X e Y. Já os parâmetros  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$  praticamente mantiveram-se inalterados no eixo X, sofrendo alterações no eixo Y, corroborando com trabalhos de Kim et al. (2007) e Cehreli; Lakshmipathy; Yazici (2008). Isto nos permite afirmar que, os métodos empregados neste trabalho não alteraram, de forma geral, o equilíbrio entre a quantidade de picos e vales quando a análise foi realizada perpendicularmente ao sentido de corte das lâminas.

O tempo de remoção é uma prática comum para conhecer a eficiência de remoção dos métodos, também realizada por Eliades et al. (2004) e Karan; Kircelli; Tasdelen (2010). Neste estudo, o tempo apresentou-se de forma similar entre os três grupos. A remoção ocorreu, em média, 20s mais lenta no grupo controle em relação ao grupo CVD, sendo a única diferença encontrada, podendo ser explicada pela alta capacidade de corte da ponta diamantada. Para Siegel e Von Frahofer (1999), a diferença na eficiência de corte pode ser



determinada pela velocidade de rotação, ou como neste trabalho, a quantidade de frequência utilizada, a pressão aplicada pela mão, o tipo de ponta utilizada e a quantidade de refrigeração. Somado a isso, acreditamos que a região da ponta multilaminada, que remove a resina, também pode afetar substancialmente a eficiência, pois a área e conseqüentemente, a pressão, são modificadas durante a remoção. A desvantagem do maior tempo utilizado pela ponta multilaminada 30L na remoção, como citam Roleau; Marshall; Cooley (1982) não foi encontrada neste trabalho.

Os dados demonstram que, de forma geral, há uma relação entre os parâmetros de rugosidade  $R_a$ ,  $R_q$  e  $R_z$ , pois costumam aumentar e diminuir de forma conjunta, como ocorreu em trabalhos anteriores (ELIADES et al., 2004; KARAN; KIRCELLI; TASDELEN, 2010), o que não foi percebido nos parâmetros  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$  (KIM et al., 2007; CEHRELI; LAKSHMIPATHY; YAZICI, 2008).

Apesar de haver, de uma forma geral, aumento da rugosidade no eixo X, nos grupos I e II, houve a diminuição, também de uma forma geral, da rugosidade no eixo Y, nesses mesmos grupos, em três parâmetros. Por esse motivo, recomendamos cautela ao extrapolar comparações dos registros quantitativos da rugosidade aos dados qualitativos das imagens quando a perfilometria é realizada por contato com ponta e, ainda, a possibilidade de haver um mascaramento da rugosidade quando avaliada com instrumentos ópticos.

### **6.3 Considerações Finais**

Nessa investigação foram determinadas as alterações do esmalte dentário após diferentes métodos de remoção do remanescente resinoso. Além da análise da rugosidade ocorrer habitualmente na coordenada X (sentido méso-distal), nesse estudo avaliamos também na coordenada Y (sentido cérvico-incisal), que faz a varredura de forma perpendicular ao sentido de remoção das pontas, pouco comum neste tipo de pesquisa. No entanto, os dados obtidos neste eixo mostraram-se com comportamento diferente da coordenada X, sendo uma alternativa de estudos para testar em outros métodos de remoção adesiva em futuras pesquisas, sempre no sentido de restaurar o esmalte dentário a sua condição prévia à colagem.

Apesar das limitações deste trabalho *in vitro*, como o desconhecimento do tempo em boca dos dentes antes da extração e utilizar apenas 1 método quantitativo e 1 método qualitativo para obtenção dos dados, acreditamos ter utilizado parâmetros que, avaliaram diferentes comportamentos da rugosidade produzida por cada método no esmalte dentário.

Salientamos a necessidade das medidas de rugosidade serem realizadas sob normas ISO, assim como ocorre com os procedimentos de colagem e todo estudo que busca a perfeição com base no padrão. O cálculo amostral poderá ser realizado em futuras pesquisas similares, assim como a importância do cegamento e da calibragem dos examinadores, fundamental para avaliação das imagens.

## 7 CONCLUSÃO

De acordo com os propósitos e com os resultados obtidos por este estudo pode-se concluir que:

- A hipótese nula foi rejeitada, sendo que houve diferença nos diferentes parâmetros avaliados ( $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_z$ ,  $R_{ku}$  e  $R_{sk}$ ) entre a ponta CVD, a ponta com 5L e a ponta com 30L.

- As pontas de carboneto de tungstênio 5L e 30L, de maneira geral, aumentaram a rugosidade no eixo X e diminuíram a rugosidade no eixo Y. A ponta CVD, de maneira geral, aumentou a rugosidade nos eixos X e Y.

- O aspecto da imagem mais semelhante à condição original do esmalte foi obtido com o grupo 1, seguido da ponta multilaminada 30L. O maior número de ranhuras e desaparecimento da camada de periquimáceas foram obtidos com a ponta CVD.

- A ponta multilaminada 5L consumiu mais tempo que a ponta CVD, porém não se diferenciou da multilaminada 30L.

## REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G.S.; VEDOVELLO FILHO, M.; LUCATO, A.S.; BOECK, E.M.; DEGAN, V.; KURAMAE, M. Evaluation of enamel roughness after ceramic bracket debonding and clean-up with different methods. **Braz. J. Oral Sci.**, v. 9, n. 2, p. 81-84, 2010.
- ANUSAVICE, K.J.P. **Materiais Dentários**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998. cap. 14, p. 359.
- BAUMANN, D.F.; BRAUCHLI, L.; VAN WAES, H. The influence of dental loupes on the quality of adhesive removal in orthodontic debonding. **J. Orofac. Orthop.**, v. 72, n. 2, p. 125-132, 2011.
- BISHARA, S. E.; TRULOVE, T. S. Comparisons of different debonding techniques for ceramic brackets: an in vitro study. Part II: findings and clinical implications. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 98, n. 3, p. 263-273, 1990.
- BISHARA, S. E; OSTBY, A.W.; LAFFOON, J.; WARREN, J.J. Enamel Cracks and Ceramic Bracket Failure during Debonding In Vitro. **Angle Orthod.**, v. 78, n. 6, p. 1078-1083, 2008.
- BONETTI, G.A.; ZANARINI, M.; PARENTI, S.I.; LATTUCA, M.; MARCHIONNI, S.; GATTO, M.R. Evaluation of enamel surfaces after bracket debonding: an in-vivo study with scanning electron microscopy. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 140, n. 5, p. 696-702, 2011.
- BORGES, C.F.M.; MAGNE, P.; PFENDER, E.; HEBERLEIN, J. Dental diamond burs made with a new technology. **J. Prosthet. Dent.**, v. 82, n. 1, p. 73-79, 1999.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. **Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa em seres humanos**. Resolução Nº 196, de 10 de outubro de 1996. Brasília, 1996.
- BRAUCHLI, L.M.; BAUMGARTNER, E.M; BALL, J.; WICHELHAUS, A. Roughness of enamel surface after different bonding and debonding procedures. An in vitro study. **J. Orofac. Orthop.**, v. 72, n. 1, p. 61-67, 2011.
- BROWN, C.R.L.; WAY, D.C. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 74, n. 6, p. 663-670, 1978.
- CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003. cap. 6, p. 59-61.
- CAMPBELL, P.M. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. **Angle Orthod.**, v. 65, n. 2, p. 103-110, 1995.

CEHRELI, Z.C.; LAKSHMIPATHY, M.; YAZICI, R. Effect of different splint removal techniques on the surface roughness human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. **Dent. Traumat.**, v. 24, n. 2, p. 177-182, 2008.

CEHRELI, S.B.; POLAT-OZSOY, O.; SAR, C.; CUBUKCU, H.E.; CEHRELI, Z.C. A comparative study of qualitative and quantitative methods for the assessment of adhesive remnant after bracket debonding. **Eur. J. Orthod.**, v. 34, n. 2, p. 188-192, 2012.

CHEN, C. et al. Failure analysis: enamel fracture after debonding orthodontic brackets. **Angle Orthod.**, v. 78, n. 6, p. 1071-1077, 2008.

COZZA, P.; MARTUCCI, L.; De TOFFOL, L.; PENCO, S.I. Shear Bond strength of metal brackets on enamel. **Angle Orthod.**, v. 76, n. 5, p. 851-856, 2006.

ELIADES, T.; GIOKA, C; ELIADES, G; MAKOU, M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. **Eur. J. Orthod.**, v. 26, n. 3, p. 333-338, 2004.

FALTERMEIER, A.; BEHR, M.; MÜSSIG, D. A comparative evaluation of bracket bonding with 1-, 2-, and 3-component adhesive systems. **Am J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 132, n. 2, p. 144.e1-14.e5, 2007.

FALTERMEIER, A.; ROSENTRITT, M.; REICHENEDER, C.; BEHR, M. Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. **Eur. J. Orthod.**, v. 30, n. 1, p. 89-93, 2008.

FITZPATRICK, D.A.; WAY, D.C. The effects of wear, acid etchings, and bond removal on human enamel. **Am. J. Orthod.**, v. 72, p. 671-680, 1977.

FJELD, M.; ØGAARD, B. Scanning electron microscopic evaluation of enamel surfaces exposed to 3 orthodontic bonding systems. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 130, n. 5, p. 575-581, 2006.

GIACOMET, F.; GÖTZE, G.R.; COPLE, L. Efeitos de diferentes métodos para a remoção da resina após descolagem de *brackets*: avaliação em microscopia eletrônica. **Rev. S.B.O.**, v. 5, n. 1, p. 9-18, 2005.

GREHS, R.A.; ARAÚJO, A.M.; NAKAMA, R.K.; SANTOS-PINTO, L.; SANTOS-PINTO, A. Remoção de resina residual da superfície do esmalte dentário após a remoção dos bráquetes ortodônticos – revisão da literatura. **Ortod. Gaúcha**, v.7, n.1, p.44-54, 2003.

GWINETT, A.J.; GORELICK, L. Microscopic evaluation of enamel after debonding, clinical application. **Am. J. Orthod.**, v. 72, p. 651-665, 1977.

HALLETT, K.B.; GARCÍA-GODOY, F.; TROTTER, A.R. Shear bond strength of a resin composite to enamel etched with maleic or phosphoric acid. **Aust. Dent. J.**, v. 39, p. 292-297, 1994.

- HONG, Y.H.; LEW, H.K.K. Quantitative and qualitative assessment of enamel surface following five composite removal methods after bracket debonding. **Eur. J. Orthod.**, v. 17, n. 2, p. 121-128, 1995.
- HOSEIN, I.; SHERRIFF, M.; IRELAND, A.J. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 126, n. 6, p. 717-724, 2004.
- HOWELL, S.; WEEKES, W.T. An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures. **Aust. Dent. J.**, v. 35, n. 3, p. 245-252, 1990.
- IJIMA, M. et al. Effect of bracket bonding on nanomechanical properties of enamel. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 138, n. 6, p. 735-740, 2010.
- IRELAND, A.J.; HOSEIN, I.; SHERIFF, M. Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of conventional light cured composite and resin modified glass polyalkenoate cement. **Eur. J. Orthod.**, v. 27, n. 4, p. 413-419, 2005.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION. **ISO 3274:** Geometrical Products Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Nominal characteristics of contact (stylus) instruments. Geneva, 1996.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION OF STANDARDIZATION. **ISO 11405:** Dental Materials – Testing of adhesion to tooth structure. Geneva, 2003.
- JONKE, E.; WEILAND, F.; FREUDENTHALER, J.W.; BANTLEON, H.P. Heat generated by residual adhesive removal after debonding of brackets. **World J. Orthod.**, v. 7, n. 4, p. 357-360, 2006.
- JOO, H. et al. Influence of orthodontic adhesives and clean-up procedures on the stain susceptibility of enamel after debonding. **Angle Orthod.**, v. 81, n. 2, p. 334-340, 2011.
- KAKABOURA, A.; FRAGOULI, M.; RAHIOTIS, C.; SILIKAS, N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. **J. Mater. Sci.: Mater. Med.** v. 18, n. 1, p. 155-163, 2007.
- KARAN, S.; TOROGLU, M.S. Porcelain refinishing with two different polishing systems after orthodontic debonding. **Angle Orthod.**, v. 78, n. 5, p. 947-953, 2008.
- KARAN, S.; KIRCELLI, B.H.; TASDELEN, B. Enamel surface roughness after debonding – Comparison of two different burs. **Angle Orthod.**, v. 80, n. 6, p. 1081-1088, 2010.
- KIM, S.; PARK, W.; SON, W.; AHN, H.; RO, J.; KIM, Y. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 132, n. 1, p. 71-76, 2007.

KITAHARA-CÉIA, F.M.F.; MUCHA, J.N.; SANTOS, P.A.M Assessment of enamel damage after removal of ceramic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 134, n. 4, p. 548-555, 2008.

KNÖSEL, M.; MATTYSEK, S.; JUNG, K.; SADAT-KHONSARI, R.; KUBEIN-MEESBURG, D.; BAUSS, O.; ZIEBOLZ, D. Impulse debracketing compared to conventional debonding: extent of enamel damage, adhesive residues and the need for postprocessing. **Angle Orthod.**, v. 80, n. 6, p. 1036-1044, 2010.

LEE, Y.; LIM, Y. Three dimensional quantification of adhesive remnants on teeth after debonding. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 134, n. 4, p. 556-562, 2008.

LIMA, L.M.; MOTISUKI, C.; SANTOS-PINTO, L.; SANTOS-PINTO, A.; CORAT, E.J. Cutting characteristics of dental diamond burs made with CVD technology. **Braz. Oral Res.**, v. 20, n. 2, p. 155-161, 2006.

OESTERLE, L. J.; SHELLHART, W. C.; BELANGER, G. K. The use of bovine enamel in bonding studies. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 114, n. 5, p. 514-519, 1998.

OSORIO, R.; TOLEDANO, M.; GARCIA-GODOY, F. Bracket debonding with 15- or 60-second etching and adhesive remaining on enamel after debonding. **Angle Orthod.**, v. 69, n. 1, p. 45-49, 1999.

OSTBY, A.W.; BISHARA, S.E.; LAFFOON, J.F.; WARREN, J.J. In vitro comparison of the debonding characteristics of two pliers used for ceramic brackets. **Semin. Orthod.**, v. 16, n. 1, p. 76-82, 2010.

ÖZER, T.; BAŞARAN, G.; KAMA, J.D. Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 137, n. 3, p. 368-374, 2010.

PONT, H.B.; ÖZCAN, M.; BAGIS, B.; REN, YIGIN. Loss of surface enamel after bracket debonding: an in-vivo and ex-vivo evaluation. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 138, n. 4, p. 387.e1-387.e9, 2010.

QUIRYNEN, M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface-free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra- and subgingival plaque: results of in vitro and in vivo experiments. **J. Dent.**, v. 22, n. 1, p. S13-S16, 1994.

RADLANSKI, R.J. A new carbide finishing bur for bracket debonding. **J. Orofac. Orthop.**, v. 62, n. 4, p. 296-304, 2001.

RADLANSKI, R.J.; BEST, T. New carbide finishing burs to reduce polishing efforts of light-cured restorations. **Quintessence Int.**, v. 38, n. 9, p. e555-563, 2007.

RETIEF, D.H.; DENYS, F.R. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontics attachments. **Angle Orthod.**, v. 49, n. 1, p. 1-10, 1979.

ROULEAU, B.D.; MARSHALL, G.W.; COOLEY, R.O. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. **Am. J. Orthod.**, v. 81, p. 423-426, 1982.

RUIZ, J.L.; FINGER, W.J.; SASAZAKI, H.; KOMATSU, M. Removal of Invisalign retention attachments: a new minimally invasive method. **Compendium**, v. 30, n. 9, p. 634-645, 2009.

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

SANTOS JUNIOR, J.H. **Avaliação do esmalte dentário antes e após a colagem e descolagem de braquetes ortodônticos**. 2009. 149f. Tese (Doutorado em Ciências Odontológicas: Ortodontia)-Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SANTOS-PINTO, A.; SANTOS-PINTO, L.; SIMPLÍCIO, H.; BONIFÁCIO, K.C.; NUNES, V.M. Remoção de resina residual do esmalte dentário após descolagem de acessórios ortodônticos: avaliação de duas técnicas. **Rev. Ortod. Gaúcha**, v. 5, n. 1, p. 42-48, 2001.

SHARMA-SAYAL, S.K.; ROSSOUW, P.E.; KULKARNI, G.V.; TITLEY, K.C. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 124, n. 1, p. 74-82, 2003.

SIEGEL, S.C.; von FRAUHOFFER, J.A. Dental cutting with diamond burs: heavy-handed or light touch? **J. Prosthodont.**, v. 8, n. 1, p. 3-9, 1999.

SINHA, P. K.; NANDA, R. S. The effect of different bonding and debonding techniques on debonding ceramic orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 112, n. 2, p. 132-137, 1997.

TAVARES, S.W. **Análise *in vitro* de diferentes métodos da remoção da resina residual no esmalte dentário**. 2006. 69f. Tese (Doutorado em Ortodontia)-Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2006.

TRAKYALI, G.; ÖZDEMİR, F.I.; ARUN, T. Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. **Eur. J. Orthod.**, v. 31, n. 4, p. 397-401, 2009.

UNO, S.; FINGER, W.J. Effect of acid etchant composition and etch duration on enamel loss and resin composite bonding. **Am. J. Dent.**, v. 8, n. 4, p. 165-169, 1995.

VAN WAES, H.; MATTER, T.; KREJCI, I. Three-dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 112, n. 6, p. 666-669, 1997.

VIEIRA, A.S.B.; ANTUNES, L.A.; MAIA, L.C.; PRIMO, L.G. Abrasão ultras-sônica: uma alternativa para a confecção de preparos cavitários. **Pesq. Bras. Odontoped. Clin. Integ.**, v. 7, n. 2, p. 181-186, 2007



VILCHIS, R.J.S.; HOTTA, Y.; YAMAMOTO, K. Examination of enamel-adhesive interface with focused ion beam and scanning electron microscopy. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 131, n. 5, p. 646-650, 2007.

ZACH, L.; COHEN, G. Pulp response to externally applied heat. **Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.**, v. 19, p. 515-530, 1965.

ZACHRISSON, B. U.; ARTHUN, J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. **Am. J. Orthod.**, v. 75, n. 2, p. 121-137, 1979.

ZARRINNIA, K.; EID, N. M.; KEHOE, M. J. The effect of different debonding techniques on the enamel surface: An in vitro qualitative study. **Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.**, v. 108, n. 3, p. 284-93, 1995.

## **Anexo A – Termo de Confidencialidade**

### ***TERMO DE CONFIDENCIALIDADE***

Título do projeto: Análise da integridade do esmalte dentário pós remoção do remanescente residual ortodôntico

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Renésio Armino Grehs

Instituição/Departamento: UFSM - Departamento de Estomatologia

Telefone para contato: (55) 32209269

Local da coleta de dados: Laboratório de Fotônica do Instituto de Estudos Avançados (IEAV) do Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA) de São José dos Campos / SP.



O pesquisador do presente projeto se compromete a preservar a privacidade dos dados e resultados obtidos por meio do instrumento denominado Perfilômetro pertencente ao laboratório de fotônica do Instituto de Estudos Avançados (IEAV) do Centro Técnico Aeroespacial (CTA) de São José dos Campos/SP. Concordam, igualmente, que estas informações serão utilizadas única e exclusivamente para execução do presente projeto. Os dados e resultados ficarão sob a responsabilidade do Professor Doutor Renésio Armino Grehs, nas dependências da Sala dos Professores da Disciplina de Ortodontia (quarto andar) desta instituição, por um período de 5 anos. Após este período, os dados serão destruídos. Este projeto de pesquisa foi revisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFSM em ...../...../....., com o número do CAAE .....

Santa Maria, 11 de Outubro de 2011.

---

Prof. Dr. Renésio Armino Grehs

## Anexo B – Carta de Aprovação do Comitê de Ética

 <p>MINISTÉRIO DA SAÚDE Conselho Nacional de Saúde Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP)</p>	<p>UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa Comitê de Ética em Pesquisa - CEP- UFSM REGISTRO CONEP: 243</p> 
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – (CONEP/MS) analisou o protocolo de pesquisa:

**Título:** Análise da Integridade do Esmalte Dentário Pós Remoção do Remanescente Residual Ortodôntico

**Número do processo:** 23081.015027/2011-19

**CAAE (Certificado de Apresentação para Apreciação Ética):** 0305.0.243.000-11

**Pesquisador Responsável:** Renésio Armindo Grehs

Este projeto foi APROVADO em seus aspectos éticos e metodológicos de acordo com as Diretrizes estabelecidas na Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê. O pesquisador deve apresentar ao CEP:

#### Setembro/ 2012- Relatório final

Os membros do CEP-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

**DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO:** 22/11/2011

Santa Maria, 22 de Novembro de 2011

Félix A. Antunes Soares  
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa-UFSM  
Registro CONEP N. 243.

## Apêndice A – Artigo 1

The Angle Orthodontist Journal

### Enamel roughness changes after different methods of remnant adhesive removal: a profilometric and microscopic analysis

Felipe Degrazia<sup>a</sup>, Ary dos Santos-Pinto<sup>b</sup>, Bernardo Peres<sup>c</sup>, Renésio Grehs<sup>d</sup>, Vilmar Ferrazzo<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Post-Graduate student, Universidade Federal de Santa Maria

<sup>b</sup>Professor, Universidade Estadual Paulista

<sup>c</sup>Graduate student, Universidade Federal de Santa Maria

<sup>d</sup>Professor, Universidade Federal de Santa Maria

Corresponding author: Renésio Armindo Grehs, DDS, Professor, Departamento de Estomatologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Santa Maria, Rua Floriano Peixoto, 1184 - Santa Maria, Brasil

#### ABSTRACT

**Objective:** To test the null hypotheses that (1) no difference in the original roughness of enamel is found after different methods of removal of the adhesive remnant, and (2) no difference between the quality of the enamel surfaces is noted before and after different methods of removal applying the Enamel Damage Index (EDI).

**Methods:** Three types of burs were tested: five-bladed tungsten carbide bur, 30-bladed tungsten carbide bur, and diamond bur by chemical vapor deposition. Metal brackets were bonded in 60 human premolars. The surface roughness of the teeth was measured in two axes (X and Y), before the bonding (control) and after removal of orthodontic residues (test). Three roughness parameters have been assessed and two images of each group were evaluated by two observers. Roughness data were analyzed with Wilcoxon test and the quality of the enamel was attributed to the amount of received scores.

**Results:** The three methods caused an increase in average roughness ( $R_a$ ) ( $P < .001$ ), mean square ( $R_q$ ) ( $P < .001$ ), and height ( $R_z$ ) ( $P < .001$ ) on the X axis; and in the Y axis, only the CVD method increased the values of  $R_a$  ( $P < .001$ ),  $R_q$  ( $P < .001$ ),

and  $R_z$  ( $P < .001$ ). The healthy surface was given score 0; after removal with five-bladed tungsten carbide bur score was 1, after removal with 30-bladed carbide score was 2, and after removal with CVD bur the score was 3.

**Conclusion:** The two hypotheses were rejected. The three methods altered the enamel surface, no method was given the same score than the samples from healthy controls.

**KEY WORDS:** enamel surface; debonding; tungsten carbide; orthodontic bonding composite.

## INTRODUCTION

The orthodontic treatment obviates the need for bonding of orthodontic brackets to the tooth surface. In order to maintain the original structure of the enamel found before the orthodontic treatment, it is necessary to remove any residual remaining on the tooth after removing brackets<sup>1</sup>. This removal process often brings consequences to the enamel surface, such as the permanence of residues, leading to tarnishing<sup>2</sup>, roughness modification<sup>3</sup>, since it indicates anatomical alterations, with consequent bacterial retention<sup>4</sup> and optical properties, as the reflection of light in the enamel<sup>5</sup>.

In order to minimize damage to the enamel surface, many different instruments have been tested and researched in different ways regarding the remaining layer of resin. More recently, the use of laser<sup>10</sup> and air abrasion<sup>11</sup> have been studied as alternatives. Campbell<sup>12</sup> has chosen as the preferred method tungsten carbide burs; as well as Radlanski<sup>13</sup>, observing the efficiency and smoothness when using these burs with a straight-ground chamfer at the end. In contrast, diamond burs and the resin removal pliers are not recommended for clinical use<sup>1,14</sup>, since they might result in risks to the tooth layer.

With the advent of new dental materials, diamond ultrasonic burs have been developed by the technology of chemical vapor deposition (CVD), being an option for removing the remaining resin present on the enamel surface, since the diamond particles are small and distributed evenly, considering conventional burs. According to a previous study<sup>15</sup>, burs with ultrasonic technology have higher wear resistance and cutting efficiency. Furthermore, they work by vibration with less noise.

The possibility in the outcome of roughness was the aim of this research, based on this argument, two hypotheses were tested: (1) there is no difference in changing

the original roughness of enamel after different methods of removing the adhesive remnant, and (2) there is no difference between the quality of the enamel surfaces before and after different removal methods applying the enamel damage index.

## **MATERIALS AND METHODS**

In order to conduct this in vitro study, 61 premolars have been used, following inclusion criteria such as: complete root development, without carious lesions and cracks in the enamel (evaluated with a stereomicroscope at 20x increase) and extracted for orthodontic needs. The teeth remained in 0.5% Chloramine T for 1 week and embedded in polyvinyl chloride pipe with acrylic resin, leaving the entire crown exposed. The teeth were cleaned with rubber cup and pumice for 10 seconds and sprayed with water for 15s with their middle third area bounded by tape, forming a square of 25.0mm<sup>2</sup>. Thus, the teeth were numbered 01 to 60 and were stored in glass jars with distilled water until the time of initial recording (Control) of roughness with profilometer Form Talysurf PGI 1000 (Taylor Hobson, United Kingdom) with the tip perpendicular to the tooth at a speed of 1 mm/s, cut-off of 0.8 and 4.0mm measurement length in accordance with ISO 3274<sup>16</sup>, six analyses per sample, three in the horizontal direction (X) and three in the vertical direction (Y). The following roughness parameters have been identified:

- The average roughness ( $R_a$ ) which is the arithmetic mean of all absolute distances;
- The root mean square of roughness ( $R_q$ ), which is the distribution of height related to a median line;
- The average height between the five peaks and valleys with the highest and lowest profile points ( $R_z$ );

After the initial records made, the teeth were subjected to edgewise brackets for premolars with size of 4x4mm. Each tooth surface was etched with phosphoric acid Dental Gel (Dentsply, Brazil) at 37% for 15s, washed with water and dried with air for 10 seconds. It was applied a thin layer of adhesive, Transbond XT primer (3M Unitek, Monrovia, Calif) in enamel and Transbond XT adhesive resin at the base of the brackets, excess resin was removed with explorer and all was light cured for 30s with Radium-Cal LED unit (SDI, Australia), with 1250mW/cm<sup>3</sup> power. After 24h the brackets

were debonded with How plier, remaining more than 90% of adhesive residue on the enamel in all samples. The samples were then randomized applying software Research Randomizer Form 4.0 and divided into 3 groups (n = 20), according to the material removal used: G1, five-bladed tungsten carbide bur - H22GK (Komet, Brasseler, Germany) G2, 30-bladed tungsten carbide bur - H135UF (Komet, Brasseler, Germany), and G3, ultrasonic diamond chemical vapor deposition (CVD) bur - T0F (CVDentus, Brazil). The removal was performed in high speed rotation for the tungsten carbide burs and frequency of 50Hz to ultrasonic bur, all with water cooling. The removal occurred in the direction of the blades and a single direction with dental loupe with a 1.5x magnification with clinical reflector. The tungsten carbide burs were exchanged after the removal of ten samples. After removal, the samples were further again evaluated by profilometry analysis. All procedures of bonding and debonding were performed by a single operator (F.D.).

The analysis in a scanning electron microscope (SEM) were performed using a specimen of each group, chosen randomly by the same randomization software, and one more intact specimen which had not had its roughness assessed. Two images of each specimen were obtained (20x and 100x increase) by a JSM-6360 microscope (JEOL, Japan), which were evaluated by two blinded and calibrated examiners (k interrater= 0.75; k intrarater 1= 0.88; k intrarater 2=0.62) at two different times, with an interval of 7 days. The images were printed on photographic paper A4 Couche Laser Glossy 120g (Folien, USA) and classified into four groups according to the enamel damage index (EDI) of Howell and Weekes (1990): score 0 - perfect surface (minimal grooves and presence of the layer), score 1 - satisfactory surface (little adhesive remnant in enamel areas with and without slots and the presence of the enamel layer), score 2 - imperfect surface (presence of grooves and rough adhesive remnant, with or without enamel layer) and score 3 - unacceptable surface (cracks in the enamel, with or without adhesive remnant). The result was obtained with the highest scores amount of each specimen, at a total of 8 per group analysis. In the event of having the same amount of different scores, there would be an agreement among the raters to decide which score would be evaluated.

## **STATISTICAL ANALYSIS**

Sample calculation has been performed with software G\*Power (version 3.1.3), in accordance with the results of a pilot study for this research. The calculation was

conducted with a power study of 80% and  $\alpha=0.05$ , totalizing a minimum number of 18 specimens per group. Data normality was checked with the Shapiro-Wilk test for measures distribution. The findings did not follow a normal distribution, so they were subjected to nonparametric tests. For the analysis of differences in surface roughness before and after the procedure, each group was applied Wilcoxon test. The calibration of the raters was the analysis of inter and intra (kappa coefficient) for the images that were subdivided into 2 groups: Unacceptable Group for scores 2 and 3, which showed images with ridges, large areas of adhesive remnant and/or grooves and Acceptable Group for scores 0 and 1, which showed images with very small grooves, small areas of adhesive remnant and good visualization of perykimata. Significance was adopted with probability values  $p<0.001$  for tests of roughness.

## RESULTS

The mean values for the parameters of roughness, in the axes X and Y, are summarized in Table 1 and 2, respectively. The Wilcoxon test for paired differences found in the X-axis, in all test groups,  $p < 0.05$ ; and the Y-axis, in all groups tested found  $p < 0.001$ . On the X-axis, there was an increase of the parameters for all groups; while in the Y-axis, groups 1 and 2 decreased the mean roughness compared to the original condition of the enamel.

Table 1. Results of the mean and standard deviation (SD) of surface roughness (X-axis), in  $\mu\text{m}$ , control and test groups

	Carbide 5-blade bur	Carbide 30-blade bur	CVD bur
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
Ra			
Control	2.09 $\pm$ 0.75	2.01 $\pm$ 0.78	2.43 $\pm$ 0.61
Test	2.73 $\pm$ 1.08	3.36 $\pm$ 1.46	3.82 $\pm$ 0.62
P	.001	<.0001	<.0001
Rq			
Control	2.57 $\pm$ 0.89	2.55 $\pm$ 1.01	3.05 $\pm$ 4.79
Test	3.51 $\pm$ 1.53	4.34 $\pm$ 1.94	7.90 $\pm$ 17.99
P	.0003	<.0001	<.0001
Rz			
Control	7.35 $\pm$ 2.47	7.32 $\pm$ 3.41	7.90 $\pm$ 2.33
Test	11.28 $\pm$ 5.47	13.04 $\pm$ 5.51	17.99 $\pm$ 3.02
P	<.0001	<.0001	<.0001



Table 2. Results of the mean and standard deviation (SD) of surface roughness (Y-axis), in  $\mu\text{m}$ , control and test groups

	Carbide 5-blade bur	Carbide 30-blade bur	CVD bur
	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD	Mean $\pm$ SD
Ra			
Control	2.04 $\pm$ 0.60	1.80 $\pm$ 0.62	2.04 $\pm$ 0.54
Test	1.21 $\pm$ 0.59	0.91 $\pm$ 0.28	3.08 $\pm$ 0.72
p	<.0001	<.0001	<.0001
Rq			
Control	2.58 $\pm$ 0.78	2.27 $\pm$ 0.84	2.57 $\pm$ 0.70
Test	1.73 $\pm$ 0.94	1.23 $\pm$ 0.44	3.95 $\pm$ 0.91
p	<.0001	<.0001	<.0001
Rz			
Control	8.58 $\pm$ 2.79	7.46 $\pm$ 2.75	8.64 $\pm$ 2.36
Test	6.66 $\pm$ 3.32	4.58 $\pm$ 1.56	17.19 $\pm$ 3.40
p	<.0001	<.0001	<.0001

SEM images were classified according to Table 3, and received the following scores: Healthy Group - score 0 (a few slots and presence of the perikymata ridge), Figure 1; Group 1 - score 1, satisfying (few slots, few adhesive remnant and presence of perikymata), Figure 2; Group 2 - score 2, imperfect (furrows and adhesive remnant showing low perikymata view), Figure 3; Group 3 - score 3, unacceptable (depressions and grooves, no perikymata view), Figure 4.

Table 3. Evaluation of SEM images

	Score 0	Score 1	Score 2	Score 3
Healthy Group	5	3	-	-
5-blade Group	2	4	2	-
30-blade Group	-	3	5	-
CVD Group	-	-	3	5

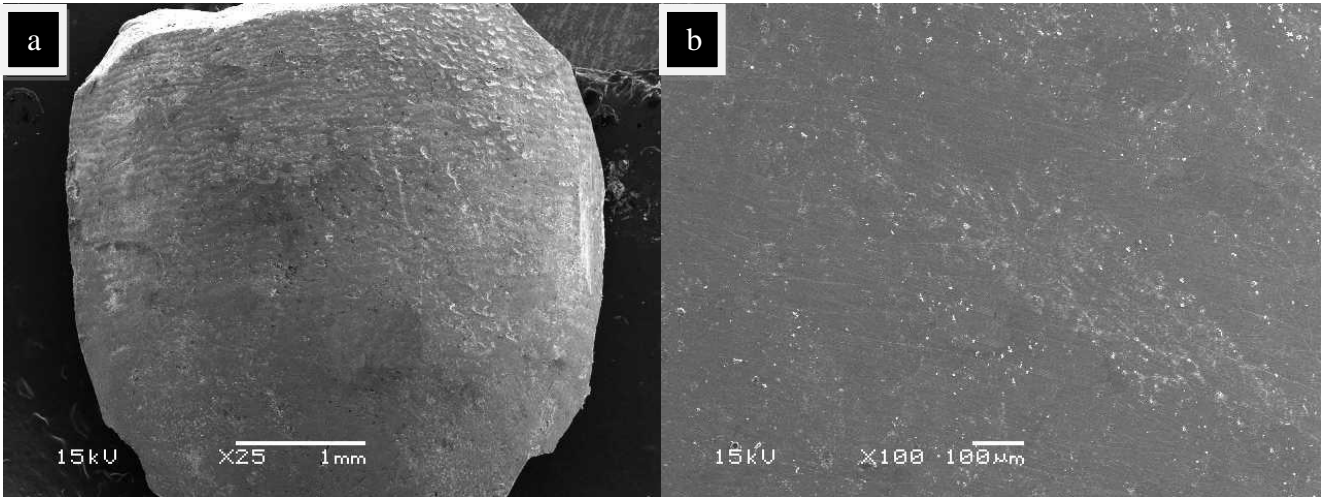


Figure 1. Intact enamel at (a)25x and (b)100x magnification

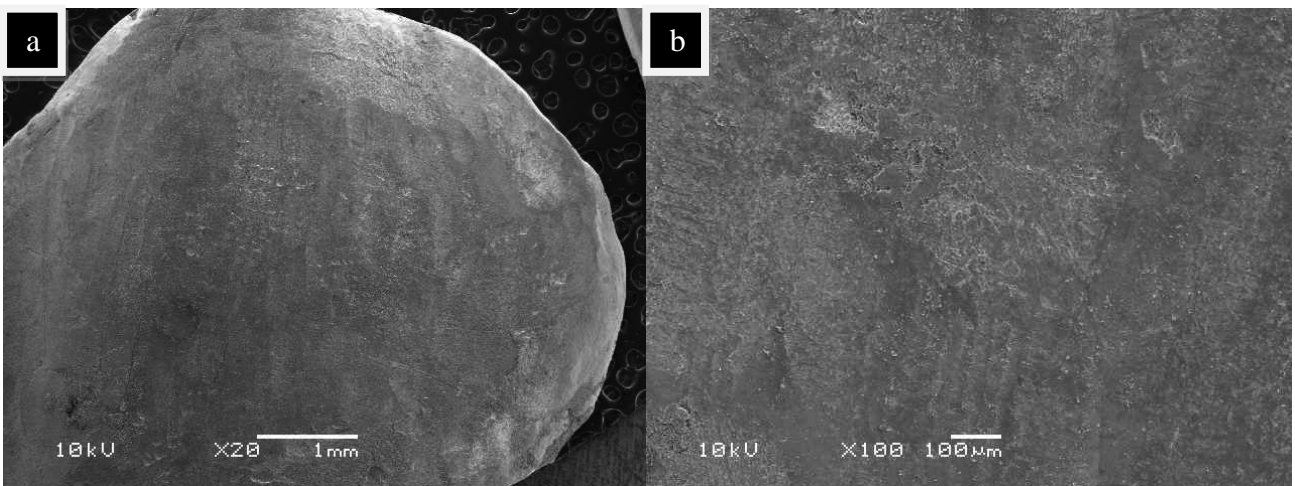


Figure 2. After removal with 5-blade group at (a)20x and (b)100x magnification

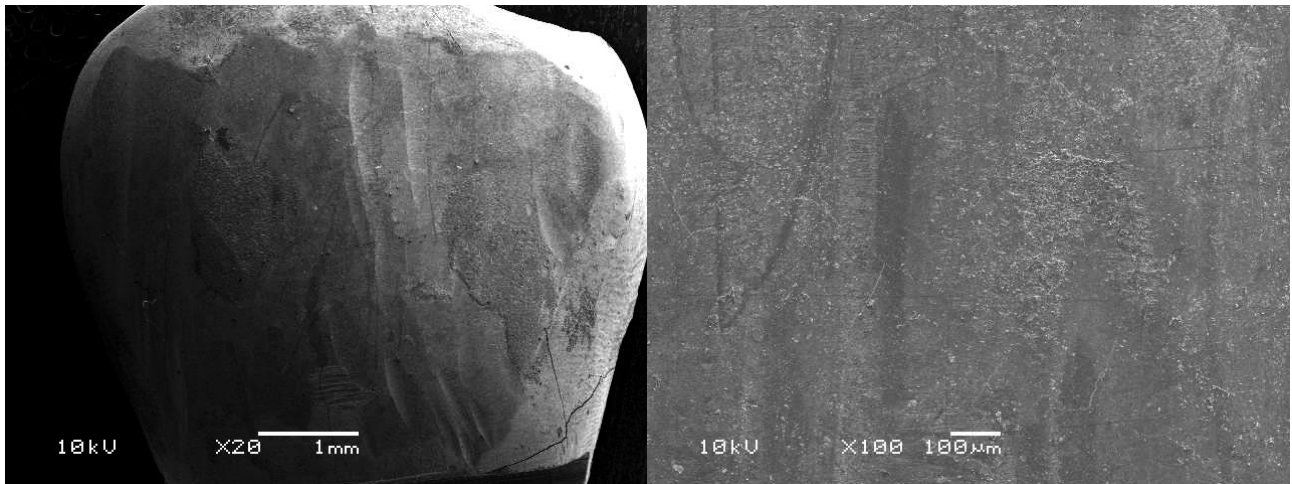


Figure 3. After removal with 30-blade group at (a)20x and (b)100x magnification

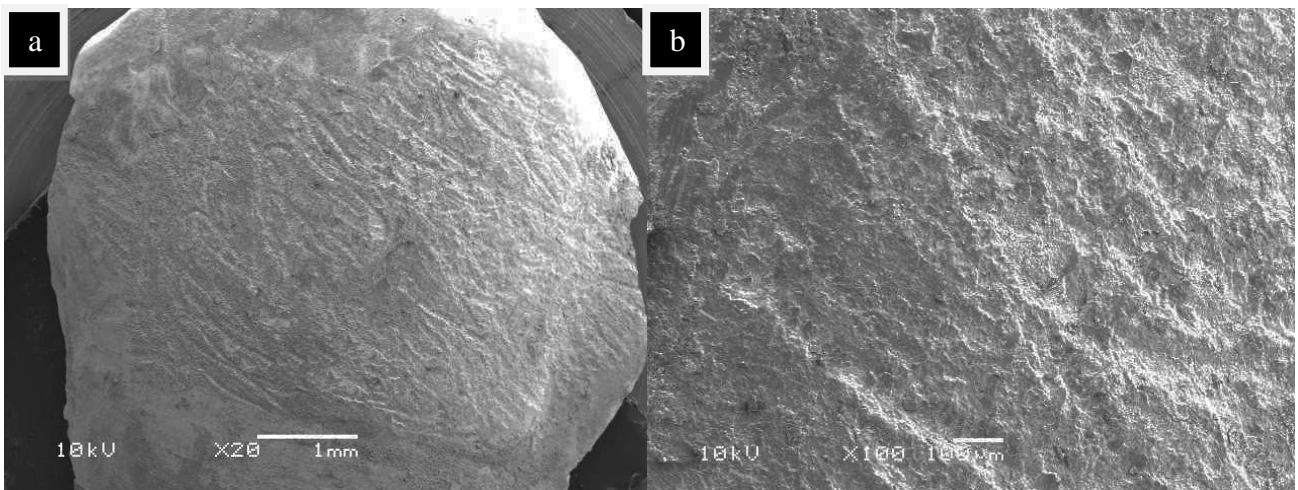


Figure 4. After removal with CVD group at (a)20x and (b)100x magnification

## DISCUSSION

The main finding of this study was the fact that original roughness parameters of enamel evaluated suffered change after removal of the adhesive remnant by three different methods. The use of diamond burs to remove the adhesive remainder had been orthodontic inappropriate<sup>3,19</sup>, however, with the appearance of a diamond bur by chemical vapor deposition such could have been changed by opening a new field for the use of diamond instruments for removal of orthodontic residues on the enamel. However, the following results contraindicate its use since an increase in the average values of the parameters  $R_a$ ,  $R_z$ , and  $R_q$  in both axes (X and Y) are evaluated for initial analysis, and were similar in other studies using diamond conventional burs<sup>3,14</sup>. The images of this group are the ones that detract from the

healthy condition, since there is no presence of the layer, being visible only cracks and honeycomb appearance, justifying their EDI status as unacceptable.

Group I (5-blade carbide) presented, on the X-axis, the lower means of roughness parameters in relation to other groups, which is in agreement with previous researches<sup>13,20</sup>. The decrease of the values on the Y-axis can be explained due to the fact that the scan has happened in a perpendicular direction to the cutting of the blades making the smoothest surface, suggesting less accumulation of plaque<sup>4</sup>, another reason is the removal of the layer generating excessive polishing, because the lines run through the mesio-distal of the sample and scan occurs perpendicular to them<sup>21</sup>. No published data were found to report changes in the Y-axis, making it a limitation of this study. The result of observation of the images in group I presented an aspect very similar to the original image and the enamel, although it has been reported to follow a wavy pattern<sup>22</sup>, it has been classified, by as many scores, as satisfactory.

Unlike studies that achieved great acceptance with the tungsten carbide burs 30L<sup>9,12</sup>, it is recommended caution with this instrument, since it is thinner than the others, small pressure changes in the operator's hand might cause deep ruts. The use of this method in high speed can lead to greater loss of enamel tissue<sup>23</sup> and bring risks<sup>24</sup>. The roughness compared to the original conditions of the enamel resembled, both on the axis X and the Y, the group I. However, the image of this group was classified as unsatisfactory, since it causes more grooves and leaves adhesive remnant on the enamel surface.

Although there are, in general, increased roughness in groups I and II on the X axis, there was a decrease, also in a general way, of roughness on the Y- axis, in the same groups in all three parameters. Because of this, we advise caution in extrapolating quantitative comparisons of the roughness of the records to the data quality of images when profilometry is performed by contact with the tip. Initially, it was expected to find increased roughness parameters on the Y-axis relative to the initial X due to the cervical-occlusal direction of deposition of enamel, which was not observed in this study.

Regarding methodology, it has been excluded the possibility of use of bovine enamel, since it does not present anatomical similarities and roughness to that used in clinical routine with human teeth, because it is necessary to pre-polish the surface<sup>17</sup>. Prior to the initial assessment of roughness, prophylaxis was performed in

order to remove remnant that could interfere with the analysis. As already demonstrated<sup>6</sup>, prophylaxis prior to bonding is clinically unnecessary when there is conventional acid etching, leading to loss of dental structure<sup>18</sup> and consequent changes in surface roughness. However, if this procedure did not occur, a roughness caused by smear layer was evaluated and compared with the final analysis, changing the result of the work. One limitation of our study was the inability to obtain SEM images of the original enamel prior to bonding, needing to use a specimen for this specific purpose. The data on the Y axis, poorly documented or disclosed, showed different behavior than X coordinate (horizontal), with an important analysis option to be used by future studies using profilometry by contact, since it is then possible to distinguish the changed areas at higher or lower roughness level.

## **CONCLUSIONS**

- The first hypothesis has been rejected; there have been changes in roughness parameters after the initial three methods of removing the adhesive remnant. On the X-axis there was increase in all groups and on Y-axis, the burs of blades 5 and 30 decreased roughness.

- Hypothesis 2 has been rejected, no method has received the same score as the healthy group, and the diamond burs were classified as unacceptable regarding quality.

## **Acknowledgment**

The authors acknowledge the support of the *Instituto de Estudos Avançados da Aeronáutica (IEAv)* Institute of Advanced Studies of Aeronautics in the person of Prof. Dr. Alvaro José Damião, for allowing and assisting in the profilometric analysis and the *Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"* (Campus Sao Jose dos Campos) in the person of Prof. Dr. Marco Antonio Bottino.

## **CONFLICT OF INTEREST**

The authors declare no conflict of interest.

## **REFERENCES**

1. Zarrinnia K, Eid NM, Kehoe MJ. The effect debonding of different techniques on the enamel surface: an in vitro qualitative study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108:284-93.
2. Faltermeier A, Rosentritt, M, C Reicheneder, Behr M. Discolouration of orthodontic adhesives Caused by food dyes and ultraviolet light. *Eur J Orthod.* 2008;30:89-93.
3. Eliades T Gioka C Eliades G Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *Eur J Orthod.* 2004;26:333-338.
4. Quirynen M. The clinical meaning of the surface roughness and the surface-free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra- and subgingival plaque: results of in vitro and in vivo experiments. *J Dent.* 1994;22: S13-S16.
5. Kakaboura A, Fragouli M Rahiotis C Silikas N. Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *J Mater Sci: Mater Med.* 2007;18:155-163.
6. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding, and cleanup with use of a self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126:717-724.
7. Karan S, BH Kircelli, Tasdelen B. Enamel surface roughness after debonding - comparison of two different burs. *Angle Orthod.* 2010;80:1081-1088.
8. Howell S, Weekes WT. An electron microscopic evaluation of the enamel surface subsequent to various debonding procedures. *Aust J Dent.* 1990;35:245-252.
9. Rouleau BD Jr, Marshall GW Jr, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *Am J Orthod.* 1982;81:423-426.
10. Thomas BW, Hook CR, Draughn RA. Laser-aided degradation of composite resin. *Angle Orthod.* 1996;66:281-286.
11. Kim S, Park W, W Son, Ahn H, Ro J, Kim Y. Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a three-dimensional surface profilometry study. *Am J Dentofacial Orthop Orthod.* 2007;132:71-76.
12. Campbell PM. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthod.* 1995;65:103-110.

13. Radlanski RJ. A new carbide finishing bur for bracket debonding. *J Orthop Orofac*. 2001;62:296-304.
14. Cehreli ZC, Lakshmipathy M, Yazici R. Effect of different techniques on the splint removal human enamel surface roughness: the three-dimensional optical profilometry analysis. *Traumat Dent*. 2008;24:177-182.
15. Borges CFM, Magne P, Pfender E, Heberlein J. Dental diamond burs made with the new technology. *J Prosthet Dent*. 1999;82:73-79.
16. International Organization for Standardization/ISO 3274. Geometrical Products Specifications (GPS) - Surface texture: Profile method - Nominal characteristics of contact (stylus) instruments. Geneva, 1996.
17. Oesterle LJ, Shellhart WC, Belanger GK. The use of bovine enamel in bonding studies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1998;114:514-519.
18. Brown CRL, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1978;74:663-670.
19. Retief DH, Denys FR. Finishing of enamel surfaces after debonding of orthodontics attachments. *Angle Orthod*. 1979;49:1-10.
20. Radlanski RJ, Best T. New carbide finishing burs to reduce polishing efforts of light-cured restorations. *Quintessence Int*. 2007;38:555-563.
21. Ryf S, Flury S, Palaniappan S, Lussi A, Van Meerbeek B, Zimmerli B. Enamel loss and adhesive remnants following various brackets removal and clean-up procedures in vitro. *Eur J Orthod*. 2012;34:25-32.
22. Brauchli LM, Baumgartner MS, BALL J, Wichelhaus A. Roughness of different enamel surface after bonding and debonding procedures. An in vitro study. *J Orthop Orofac*. 2011;72:61-67.
23. Ireland AJ, Hosein I, Sheriff M. Enamel loss at bond-up, debond and clean-up following the use of conventional light-cured composite and resin modified glass polyalkenoate cement. *Eur J Orthod*. 2005;27:413-419.
24. Özer T, Başaran G, Kama JD. Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;137:368-374.

## Apêndice B – Artigo 2

### European Journal of Orthodontics

#### Comparison of enamel roughness after different methods of orthodontic resin removal: a profilometric study

Felipe Degrazia<sup>a</sup>, Alvaro Damião<sup>b</sup>, Vilmar Ferrazzo<sup>a</sup>, Renésio Grehs<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departments of Stomatology, Orthodontics and Dentofacial Orthopedics unit, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Brazil

<sup>b</sup>Institute of Advanced Studies of Aeronautics, Photonic Labor, São José dos Campos, Brazil  
Correspondance to: Dr. Renésio Armindo Grehs, Departamento de Estomatologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Santa Maria, Rua Floriano Peixoto, 1184 - Santa Maria, Brazil. E-mail: grehs.re@zipmail.com.br

**SUMMARY** The following research has assessed some parameters of roughness produced by removing the remnant resin. The tested null hypotheses are that (1) there is no difference in roughness between the different methods of removing the adhesive remnant, and (2) there is no difference between the removal time in each method. Three different types of burs have been assessed: five-bladed tungsten carbide bur (control group), 30-bladed tungsten carbide bur, and ultrasonic diamond bur by chemical vapor deposition. Parameters of roughness were assessed ( $R_a$ ,  $R_q$ ,  $R_z$ ,  $R_{ku}$ , and  $R_{sk}$ ) in two axes (X and Y), 3-D images were obtained for each group, and the time (in seconds) was recorded for each group.

No significant differences were found among roughness parameters after the initial analysis. Significant difference has been found in the parameters  $R_a$ ,  $R_q$ , and  $R_z$  among the three methods of removing the X-axis: lower average roughness, quadratic roughness, and roughness height ( $p < .001$ ) were found in the five-bladed tungsten carbide bur group (control). Significant difference in all parameters between the three methods of removing the Y-axis: lower average roughness, quadratic roughness, and height roughness ( $p < .001$ ) were found in the Group 30-bladed tungsten carbide bur, while the lowest values of flattening and symmetry ( $p < .001$ ) were found in the group of diamond burs. The removal time was higher in the control group ( $p < 0.05$ ) compared to the group of diamond burs. The hypotheses were rejected. The three methods changed the surface roughness on the axes X and Y, no method



was given the same score than the healthy group. The diamond ultrasonic group 3-D image showed rougher surface than tungsten carbide group images.

## **Introduction**

Dental enamel is essentially a rough surface (Zachrisson and Arthun, 1979; Kim et al., 2007) and whenever there is change in this anatomical characteristic, it generates modifications in the local microbiota (Quirynen, 1994) as well as in the dental optical properties, like the reflection of light (Zarrinia et al., 1995; Kakaboura et al., 2007). This possibility might be an obstacle which orthodontists face when removing the remnant resin after the removal of the brackets. In addition to this, any residue remaining on the surface tends to cause tooth staining (Faltermeier et al., 2008; Traklyali et al., 2009).

Many materials have been tested in order to remove the remnant adhesive, but studies show that none of them achieved the enamel original roughness (Özer et al. 2010; Bonetti et al., 2011). The closest results to the initial condition of the enamel were found with tungsten carbide burs (Radlanski, 2001; Eliades et al., 2004; Brauchli et al., 2011;) and composite burs. Such burs showed to be, however, inefficient because the clinical removal time increased considerably compared to the first (Karan et al., 2010), which may lead to alternative polishing after surgery. The use of diamond burs, hitherto contraindicated for this removal procedure (Zachrisson and Artun, 1979) is an alternative to removing with a manufacturing model by chemical vapor deposition, that makes diamond particles smaller and more uniform (Borges et al., 1999).

Enamel roughness has been measured with the aid of devices like roughmeter, profilometer, and atomic force microscope (AFM) to determine different roughness parameters (Kim et al., 2007; Karan et al., 2010; Cehreli et al. 2012). The most commonly applied roughness parameter is general average ( $R_a$ ), however, other parameters such as height ( $R_z$ ), symmetry ( $R_{SK}$ ) and flattening ( $R_{ku}$ ) define important details regarding the behavior of roughness (Eliades et al. , 2004).

In order to determine and compare the different parameters of roughness caused by removal methods and efficiency of these methods, the time spent, two hypotheses were tested, (1) there is no difference in the roughness parameters obtained after the removal methods for the remnant adhesive and (2) there is no difference in time between the removal methods.

## **Materials and Methods**

In order to conduct this experimental *in vitro* study, 60 premolars have been used, following inclusion criteria such as absence of carious lesions and cracks in the enamel that have been evaluated under a stereomicroscope (CarlZeiss, Japan), an increase of 20X and extracted for orthodontic needs. The teeth remained in 0.5% Chloramine T for a week and then frozen in distilled water at a temperature of  $-5^{\circ}\text{C}$  until the time of its inclusion in PVC pipe with acrylic resin, leaving the labial and lingual surfaces of the crown exposed.

All teeth were cleaned with rubber cup and pumice for 10 seconds and sprayed with water for 15s and had their middle third of the area bounded by tape, forming a square of  $25\text{mm}^2$  and were numbered from 01 to 60 and stored in distilled water until the time of registration of initial roughness with profilometer Form Talysurf PGI 1000 (Taylor Hobson, United Kingdom). The analysis occurred with a tip perpendicular to the surface and measuring speed of 1 mm/s, cut-off of 0.8 and length of 4mm, following assessment standards of the roughness parameters ISO 3274 (1996) determining the variations in the length measurement and cut-off, according to the  $R_a$  values obtained.

Thus, six analyzes were performed by the sample, three in the horizontal direction (X) and three in the vertical direction (Y) and obtained the following roughness parameters:

- The average roughness ( $R_a$ ) which is the arithmetic mean of all absolute distances;
- The root mean square roughness ( $R_q$ ), which is the distribution of height relative to a median line;
- The average height between the five peaks and valleys with the highest points and lowest profile ( $R_z$ );
- The flattening of the profile ( $R_{ku}$ ), which makes the comparison of how the angle of the peaks and valleys is sharp ( $> 3$ ) or obtuse ( $< 3$ );
- The symmetry of the profile ( $R_{SK}$ ), which verifies the predominance of peaks (+) and valleys (-).

After the initial records, the tooth surface was etched with phosphoric acid at 37% for 15 seconds, removing water and air-dried for 10 seconds. A thin layer of Transbond XT adhesive was applied and brackets with a size of 4mm in length and 4 mm wide were compressed with Gillmore needle to standardize the thickness of enamel. After the excess resin was removed with a probe number 5 and 30s polymerization occurred by Radium-Cal (SDI, Australia), with  $1250\text{mW}/\text{cm}^3$  power. After 24h the brackets were detached with How plier staying more than 90% of adhesive residue on the glaze in all specimens.

The specimens were randomized using the Research Program randomizer Form 4.0 and divided into 3 groups (n = 20), according to the material removal used: G1 (control), five-bladed tungsten carbide bur - H22GK (Komet, Brasseler, Germany), G2, 30-bladed tungsten carbide bur - H135UF (Komet, Brasseler, Germany), and G3, ultrasonic diamond chemical vapor deposition (CVD) bur - T0F (CVDentus, Brazil). The removal was in high speed for the tungsten carbide tips and frequency of 50Hz to ultrasonic, all with water cooling. The removal was in order and direction with only 1.5 x magnifying glasses and lighting to increase dental reflector, simulating clinical practice. Rotation burs were changed every ten samples and time was record for each sample (in seconds) by an assistant. After removal the samples were again measured by profilometry, identically to the initial analysis.

The process of bonding, debonding, and removal of the remaining adhesive were performed by a single operator (F.D.) and 3-D images were obtained of a specimen, chosen randomly by software Research Randomizer Form (version 4.0) per group, and one sample of the healthy group, prior to bonding.

### *Statistical Analysis*

Sample calculation was performed with software G\* Power (version 3.1.3) with a power study of 80% and  $\alpha = 0.05$ , a minimum total of 18 specimens per group. Data normality was checked using the test measures the distribution of the Shapiro-Wilk. The findings did not follow a normal distribution, so they were subjected to nonparametric tests. To analyze initial roughness and the differences in roughness between the removal methods, and the time spent for each group the Kruskal-Wallis test and Dunn's multiple comparison were applied. Significance was adopted with probability values of  $p < 0.05$  for initial roughness tests on the X- and Y-axes and the time of removal. For the tests between each group after removal of roughness on the X- and Y-axes, significance was taken with probability values of  $p < .001$ .

### **Results**

Mean differences of roughness parameters obtained prior to bonding, on the X-axis and Y-axis were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). The results of each group are shown in Table 1 and 2, respectively. On the X-axis, there was significant increase ( $P < .001$ ) of the 30-bladed tungsten carbide bur and diamond bur in relation to the control group in the parameters  $R_a$  and  $R_q$ . Regarding parameter  $R_z$ , only CVD group increased significantly ( $P < .001$ ) and in the parameters  $R_{ku}$  and  $R_{sk}$  no statistically significant difference has been found ( $P > 0.05$ ).

**Table 1** Comparison between groups in each roughness parameters ( $\mu\text{m}$ ) in X-axis.

Roughness Parameter	Group	Initial Mean $\pm$ DP	P <sup>a</sup> Value	Final Mean $\pm$ SD	P <sup>a</sup> Value	Dunn <sup>b</sup>
R <sub>a</sub>	1	2,09 $\pm$ 0,75	0,1563	2,73 $\pm$ 1,08	<,001	A
	2	2,01 $\pm$ 0,78		3,36 $\pm$ 1,46		B
	3	2,43 $\pm$ 0,61		3,82 $\pm$ 0,62		C
R <sub>q</sub>	1	2,57 $\pm$ 0,89	0,0989	3,51 $\pm$ 1,53	<,001	A
	2	2,55 $\pm$ 1,01		4,34 $\pm$ 1,94		B
	3	3,05 $\pm$ 0,81		4,79 $\pm$ 0,78		C
R <sub>z</sub>	1	7,35 $\pm$ 2,47	0,0611	11,28 $\pm$ 5,47	<,001	A
	2	7,32 $\pm$ 3,41		13,04 $\pm$ 5,51		A
	3	7,90 $\pm$ 2,33		17,99 $\pm$ 3,02		B
R <sub>ku</sub>	1	2,96 $\pm$ 1,23	0,3734	3,40 $\pm$ 1,38	0,3965	
	2	3,26 $\pm$ 1,51		3,56 $\pm$ 1,49		
	3	3,01 $\pm$ 1,12		3,06 $\pm$ 0,73		
R <sub>sk</sub>	1	-0,22 $\pm$ 0,63	0,1556	-0,32 $\pm$ 0,58	0,1354	
	2	-0,43 $\pm$ 0,70		-0,32 $\pm$ 0,67		
	3	-0,34 $\pm$ 0,66		-0,16 $\pm$ 0,42		

<sup>a</sup> There were no statistically difference at the 0.05 significance level.

<sup>b</sup> There were no statistically difference with the same letters (P <.001).

**Table 2** Comparison between groups in each roughness parameters ( $\mu\text{m}$ ) in Y-axis.

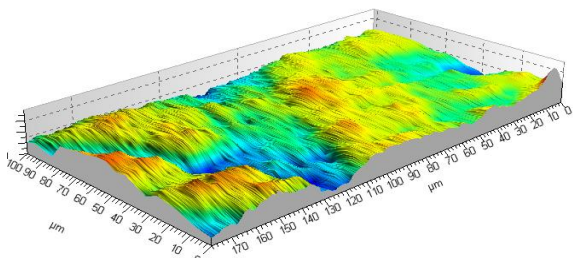
Roughness Parameter	Group	Initial Mean $\pm$ SD	P <sup>a</sup> Value	Final Mean $\pm$ SD	P <sup>a</sup> Value	Dunn <sup>b</sup>
R <sub>a</sub>	1	2,04 $\pm$ 0,60	0,0610	1,21 $\pm$ 0,59	<,001	A
	2	1,80 $\pm$ 0,62		0,91 $\pm$ 0,28		A
	3	2,04 $\pm$ 0,54		3,08 $\pm$ 0,72		B
R <sub>q</sub>	1	2,58 $\pm$ 0,78	0,0568	1,73 $\pm$ 0,94	<,001	A
	2	2,27 $\pm$ 0,84		1,23 $\pm$ 0,44		B
	3	2,57 $\pm$ 0,70		3,95 $\pm$ 0,91		C
R <sub>z</sub>	1	8,58 $\pm$ 2,79	0,0832	6,66 $\pm$ 3,32	<,001	A
	2	7,46 $\pm$ 2,75		4,58 $\pm$ 1,56		B
	3	8,64 $\pm$ 2,36		17,19 $\pm$ 3,40		C
R <sub>ku</sub>	1	3,67 $\pm$ 3,33	0,8477	5,59 $\pm$ 2,41	<,001	A
	2	2,94 $\pm$ 0,81		5,34 $\pm$ 2,73		A
	3	3,05 $\pm$ 1,19		3,51 $\pm$ 0,93		B
R <sub>sk</sub>	1	0,09 $\pm$ 0,90	0,0558	-0,13 $\pm$ 0,94	<,001	A
	2	0,12 $\pm$ 0,47		0,80 $\pm$ 1,02		B
	3	-0,34 $\pm$ 0,49		-0,31 $\pm$ 0,39		C

<sup>a</sup> There were no statistically difference at the 0.05 significance level.

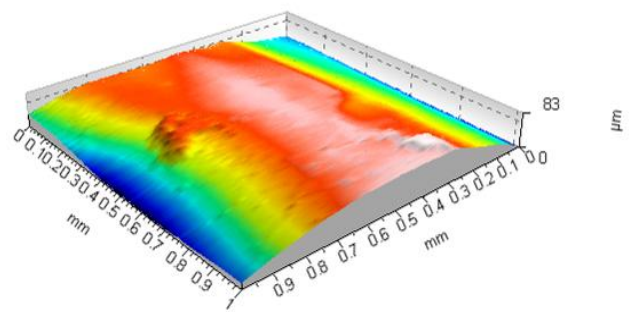
<sup>b</sup> There were no statistically difference with the same letters (P <.001).

In assessing the Y coordinate, there was statistical difference ( $P < .001$ ) in all parameters evaluated. The  $R_q$  and  $R_z$  parameters had a significant increase ( $P < .001$ ) in the control group and the diamond group in relation to 30-bladed tungsten carbide group. The parameter  $R_a$  increased significantly ( $P < .001$ ) comparing the diamond group with the control group. In the parameter  $R_{ku}$  and  $R_{sk}$  there was a decrease ( $P < .001$ ) of the diamond group compared to the control group, and this last parameter increased significantly ( $P < .001$ ) when comparing 30-bladed tungsten carbide group to five-bladed tungsten carbide group (control).

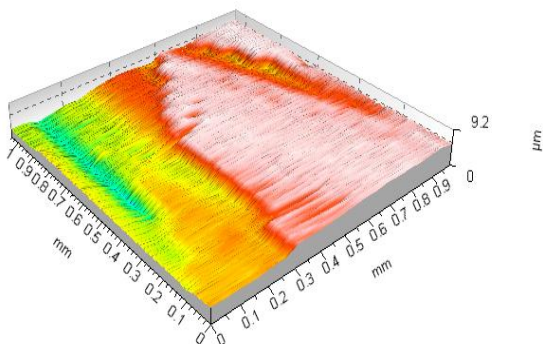
Figures 1-4 illustrate the many aspects found after removing the remnant resin. Figure 1 presents the healthy group following the formation of peaks and valleys, with little difference in height between them, the perceived colors, redder, highest, bluer, lowest. The control group, Figure 2, has a higher polishing of the area in one of the directions, remnant resin and appearance of curvature in the profile (noted by colorful and gray interface). The 30-bladed tungsten carbide group showed more abrupt changes in height of the layers in relation to the control (Figure 3). Group CVD unbalanced the harmony and showed the greatest differences from the control group, the increase of pores and irregular contour (Figure 4).



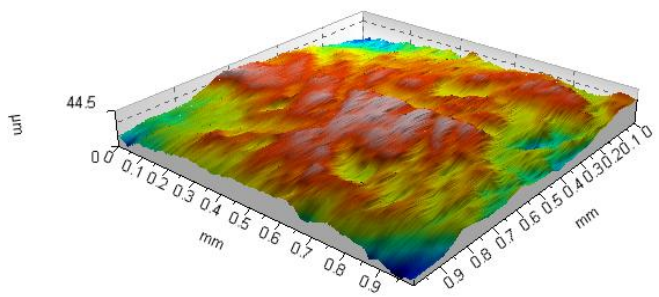
**Figure 1** Original enamel



**Figure 2** After 5-blade carbide removal



**Figure 3** After 30-blade carbide removal



**Figure 4** After diamond CVD removal

Regarding the time required for removal of the remnant resin, a significant decrease ( $P < .05$ ) from the diamond group compared to the control group, which did not happen to the

30-bladed tungsten carbide group, remaining with no difference from the control group (Table 3).

Table 3 – Time required (in seconds) to remove remnant resin.

Group	Mean( $\pm$ S.D.) <sup>a</sup>	Minimum	Maximum
1 (control)	75,55 ( $\pm$ 29,61) A	33	136
2	59,20 ( $\pm$ 17,88) AB	32	93
3	54,85 ( $\pm$ 22,90) B	28	114

<sup>a</sup>Groups with the same letter are not different ( $P < .05$ ).

## Discussion

The main finding of our study is that the parameters of roughness, measured in the X-axis and Y-axis vary depending on the method used for removing the remnant resin. The carbide 5-blade group served as control due to the similarity to the original appearance of the enamel, previously found in another study (Radlanski, 2001). This author considers that the few changes occurring in the roughness caused by this material are due to the shape of the bur which does not have a sharp angle, but a groove, which serves to protect the enamel of possible risks. This study confirms this consideration, since there was an increase in roughness caused by this material only in two parameters ( $R_q$  and  $R_z$ ) on the Y-axis in relation to carbide 30-bladed and  $R_{ku}$  parameters on the Y-axis with respect to the diamond ultrasonic bur. The 3D image, Figure 2, shows the smooth contours in the other groups, with fewer remaining resin.

The 30-bladed tungsten carbide bur presented as being an appropriate method for removal of the remaining resin (Roleau et al., 1982; Campbell, 1995), however we advise caution in using this instrument, since the contact with the enamel, as seen in Fig. 3, caused the presence of grooves on the surface, probably caused by the sharp bur of the blades that determine its high cutting power, corroborating Cehreli et al. (2008) and Özer et al. (2010). There was an increase in average and square roughness, as well as in height on the X- axis in relation to the control group. In Y-axis, however, there was a decrease in relation to the control group in the square roughness and roughness height. This change in roughness between the X and Y axes might have happened due to the direction of measurement that was contrary to the cutting blades of groups I and II; even though there is a lack of studies that have conducted assessment of the roughness in another cutting direction. The proximity of the blades in group II produced a more polished surface in relation to the control group, however, detected only in the most sensitive parameter, the  $R_q$ .

The diamond burs caused the greatest increase in the axes X and Y, for the parameters of average roughness, square roughness and roughness height (Cehreli et al., 2008). Eliades et al. (2004) found a decrease in parameter  $R_z$  using a diamond bur in relation to tungsten carbide, justifying this result due to the slightest irregularity caused by this edge. In Y-axis, compared to the control group, there were a greater number of valleys and lower roughness values were obtained in the parameter  $R_{ku}$ , showing more obtuse peaks and valleys. This is not necessarily an advantage since valleys with greater angles might occur with greater deposition of microorganisms, as a study found bacterial growth by increasing the parameter roughness average ( $R_a$ ) and the surface energy (Quirynen 1994). The similarity in the parameters detected in X and Y axes shows that the arrangement of diamond particles is irregular, producing textures increased in both coordinates, illustrated by the image obtained from this group, Figure 4, which disagreed when compared with control group and group II, irregularity occurring throughout surface, with the presence of cracks.

The time taken to remove the remnant resin was inversely proportional to the power of cutting instruments, as in other studies (Eliades et al., 2004; Karan et al., 2010). Group III demonstrated efficacy compared to control group, but was not effective. Direct comparison with other studies was not possible due to the different methodologies used. The time required for cleaning the five-bladed carbide was 75.55s, similar to that of Ryf et al. (2012), which took 65s in removing eight-bladed carbide at slow speed; being opposed to the studies of Eliades et al. (2004) and Karan et al. (2010) who found, respectively, 10.3s with eight-bladed carbide bur at high speed and 40s with eight-bladed carbide at low speed.

Limitations of this study are the use of cooling water, which is essential to the ultrasonic method, and the carbide burs, due to the use of high speed, which led to difficulty in visualizing the final moment of removal of the remnant, causing an increase in removal time. Although some studies have reported that air cooling is sufficient for high speed (Retief and Denys, 1979; Zarrinia et al., 1995) and pulp injuries, such as necrosis or thrombosis may occur with the increase in temperature caused by high speed (Zach and Cohen, 1965; Jonke et al. 2006). Another limitation would be to compare the mean values of the parameters with other studies, since many variables affect roughness, number of blades used, speed of rotation, method and instrument for measuring roughness and bonding material.

Future research is needed to relate bacterial colonization with different roughness parameters and analyze other important parameters such as  $R_{\Delta q}$ , which tells us the angle of the peaks, indicating whether the surface causes or not the reflection of light.

## Conclusions

1. The first hypothesis has been rejected; the three methods of removing the remnant adhesive caused different values of roughness parameters evaluated in the X and Y axes. In general, the diamond bur obtained the higher values of surface roughness than the control group, while in the Y-axis, the 30-bladed tungsten carbide bur had lower values of roughness compared to the control group.
2. Hypothesis 2 has been rejected; the diamond bur removed the remnant resin faster than the control group.

## Acknowledgment

The authors acknowledge the support of the *Universidade Estadual Paulista "Julio Mesquita Filho"* (Campus São José dos Campos) in the person of Professor Dr. Marco Antonio Bottino.

## References

- Bonetti GA, Zanarini M, Parenti SI, Lattuca M, Marchionni S, Gatto MR 2011 Evaluation of enamel surfaces after bracket debonding: an in-vivo study with scanning electron microscopy. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 140: 696-702
- Borges CFM, Magne P, Pfender E, Heberlein J 1999 Dental diamond burs made with a new technology. *Journal of Prosthetic Dentistry* 82: 73-79
- Brauchli LM, Baumgartner EM, Ball J, Wichelhaus A 2011 Roughness of enamel surface after different bonding and debonding procedures. An in vitro study. *Journal of Orofacial Orthopedics* 72: 61-67
- Campbell PM 1995 Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding. *Angle Orthodontics* 65: 103-110
- Cehreli ZC, Lakshmiathy M, Yazici R 2008 Effect of different splint removal techniques on the surface roughness human enamel: a three-dimensional optical profilometry analysis. *Dental Traumatology* 24: 177-182
- Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M 2004 Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *European Journal of Orthodontics* 26: 333-338
- Faltermeier A, Rosentritt M, Reicheneder C, Behr M 2008 Discolouration of orthodontic adhesives caused by food dyes and ultraviolet light. *European Journal of Orthodontics* 30: 89-93
- Kakaboura A, Fragouli M, Rahiotis C, Silikas N 2007 Evaluation of surface characteristics of dental composites using profilometry, scanning electron, atomic force microscopy and gloss-meter. *Journal of Material Science: Material Medicine* 18: 155-163
- Karan S, Kircelli BH, Tasdelen B 2010 Enamel surface roughness after debonding – comparison of two different burs. *Angle Orthodontics* 80: 1081-1088



- Kim S, Park W, Son W, Ahn H, Ro J, Kim Y 2007 Enamel surface evaluation after removal of orthodontic composite remnants by intraoral sandblasting: a 3-dimensional surface profilometry study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 132: 71-76
- Özer T, Başaran G, Kama JD 2010 Surface roughness of the restored enamel after orthodontic treatment. *American Journal of Orthodontics Dentofacial Orthopedics* 137: 368-374
- Quirynen M 1994 The clinical meaning of the surface roughness and the surface-free energy of intra-oral hard substrata on the microbiology of the supra- and subgingival plaque: results of in vitro and in vivo experiments. *Journal of Dentistry* 22: s13-s16
- Radlanski RJ 2001 A new carbide finishing bur for bracket debonding. *Journal of Orofacial Orthopedics* 62: 296-304
- Rouleau BD Jr, Marshall GW Jr, Cooley RO 1982 Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics* 81: 423-426
- Traklyali G, Özdemir FI, Arun T 2009 Enamel colour changes at debonding and after finishing procedures using five different adhesives. *European Journal of Orthodontics* 31: 397-401
- Zach L, Cohen G 1965 Pulp response to externally applied heat. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology* 19: 515-530
- Zachrisson BU, Arthun J 1979 Enamel surface appearance after various debonding techniques. *American Journal of Orthodontics* 75: 121-137
- Zarrinnia K, Eid NM, Kehoe MJ 1995 The effect of different debonding techniques on the enamel surface: An in vitro qualitative study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 108: 284-293