

Avaliação da superfície da porcelana após a descolagem de braquetes ortodônticos

André Moreira Mattos*, Jonas Capelli Júnior**

Resumo

Objetivo: o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do tempo de condicionamento ácido em superfície de porcelana e o estado desta após a descolagem de braquetes ortodônticos.

Metodologia: foram utilizadas 20 amostras de porcelana feldspática para esmalte (Duceram-LFC) divididas em 2 grupos de acordo com o tempo de condicionamento com ácido fluorídrico 10% (15 segundos e 1 minuto). Após o ataque ácido, foi aplicado silano (3M Scotchbond), adesivo resinoso (Optibond Solo Plus) e resina (Fill Magic) nestas superfícies. A descolagem foi realizada através de força de cisalhamento numa máquina universal de ensaios (DL 500 – EMIC) calibrada com velocidade fixa de 0,5mm/minuto. O índice do adesivo remanescente (ARI) nas superfícies cerâmicas e o estado destas após a remoção dos braquetes foram avaliados através de fotos digitais.

Resultados: no grupo 15 segundos, a força de adesão média foi de 3,63MPa, significativamente inferior à do grupo 1 minuto, que foi de 7,18MPa ($p < 0,0001$). Todos os modos de fratura durante a descolagem foram coesivos dentro da camada de resina composta (70%) ou adesivos entre o braquete e a resina (30%). Com relação à análise do ARI, o teste do Qui-quadrado não revelou diferença estatisticamente significativa entre os grupos. **Conclusão:** o condicionamento com ácido fluorídrico a 10% por 1 minuto, seguido da aplicação de silano, adesivo e resina foi considerado o melhor método de preparo da porcelana previamente à colagem ortodôntica.

Palavras-chave: Ácido fluorídrico. Porcelana. Braquetes. Colagem.

INTRODUÇÃO

A Ortodontia atual vem dispensando atenção especial ao tratamento de adultos, visto que a demanda destes pacientes na clínica ortodôntica tem crescido consideravelmente. Como resultado, um dos problemas freqüentemente encontrados pelo profissional é a colagem de acessórios ortodônticos em dentes com restaurações estéticas, tais como laminados e coroas de porcelana^{1,7,11,20,25}. Se por um lado, uma força de adesão máxima é desejada para minimizar as falhas na colagem durante o período de tratamento, por outro, a porcelana

deve poder retornar ao seu estado de polimento inicial, sem qualquer dano na sua superfície após a remoção dos acessórios ortodônticos⁸.

Visando encontrar a solução para esse dilema, vários procedimentos com diferentes materiais foram testados, como a aplicação de ácido fosfórico a 37%⁴, a abrasão da superfície da porcelana com discos de lixa, brocas diamantadas e pedras abrasivas^{1,3}, e o jateamento com óxido de alumínio⁸. Entretanto, uma força de adesão insuficiente^{3,6,8,10,12,15,20,25,26}, o enfraquecimento da estrutura da porcelana^{8,12,17,19} e um certo grau de desconfor-

* Especialista em Ortodontia pela UERJ.

** Professor Adjunto de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UERJ.

to do paciente foram relatados como efeitos indesejáveis destes procedimentos⁸.

Com a finalidade de suprir as falhas deixadas pelo ácido fosfórico e pelos métodos de abrasão mecânica, o condicionamento feito através de ácido fluorídrico têm sido sugerido na literatura^{5,6,26,27}, porém com uma ampla variação com relação à sua concentração e tempo de aplicação. Revisando a literatura odontológica, nota-se que o ácido fluorídrico a 9,6% já foi aplicado por 4 minutos^{8,27}, por 2 minutos²⁶ e até mesmo por somente 20 segundos¹². Chung et al.⁵ e Kao et al.¹⁰ aplicaram o ácido fluorídrico a 9% por três minutos, enquanto Harari et al.⁹ o utilizaram com a concentração de 8% durante 1 minuto. Valverde²² encontrou os melhores resultados com o ácido fluorídrico a 10%, aplicado tanto por quinze quanto por trinta segundos.

O uso de silano como agente de união durante a colagem de acessórios ortodônticos em superfícies de porcelana é considerado de grande importância no aumento da força de adesão da colagem^{1,3,10,13,20}. Além de promover uma ligação química entre a sílica da porcelana e os grupos orgânicos da resina, a porção orgânica da molécula do silano aumenta a capacidade de molhamento da superfície da porcelana, fazendo com que haja uma íntima adesão micromecânica quando o glaze é removido²⁷.

A outra questão relacionada à colagem ortodôntica em coroas de porcelana se refere ao estado destas após a descolagem dos braquetes, uma vez que estas restaurações geralmente permanecem na boca^{6,7,26,27}. Durante a remoção dos braquetes, as falhas na descolagem podem ser adesivas (entre dois materiais diferentes) ou coesivas (dentro de um mesmo material). Uma descolagem ortodôntica ideal deveria ter uma falha adesiva entre o adesivo e a porcelana, de tal maneira que todo o adesivo fosse removido junto com o braquete, deixando a superfície cerâmica livre de resíduos resinosos. Uma falha coesiva só seria aceitável se ocorresse dentro da camada do adesivo resinoso.

Harari et al.⁹ avaliaram a descolagem de braquetes em superfícies de porcelana. No grupo

onde foi utilizado ácido fluorídrico a 8% por 1 minuto seguido da aplicação de silano, as falhas foram principalmente adesivas (70% entre adesivo e porcelana e 25% entre braquete e adesivo). Falhas coesivas foram encontradas dentro da camada de adesivo nos grupos condicionados com ácido fluorídrico associado ao silano e no grupo submetido ao jateamento com óxido de alumínio sem silano (5% em cada grupo). Nenhuma falha coesiva ocorreu dentro da camada cerâmica.

Schmage et al.¹⁹ também avaliaram o estado de integridade de amostras de porcelanas após a descolagem ortodôntica. As falhas adesivas entre cerâmica e resina foram observadas principalmente nos grupos tratados com pontas diamantadas, nos dois grupos com ácido fluorídrico a 5% (com e sem silano) e no grupo de jateamento de óxido de alumínio sem silano. Todas as falhas foram coesivas dentro da camada de porcelana no grupo que recebeu a sílica e silanização, e nos grupos de jateamento com silano as falhas foram 70% coesivas e 30% adesivas. Nenhuma falha coesiva dentro da camada de resina foi observada em nenhum grupo.

Sant'anna et al.¹⁷ também avaliaram o tipo de falha durante a descolagem de braquetes ortodônticos em superfícies cerâmicas. Após a descolagem por cisalhamento, um grande número de fraturas coesivas da porcelana foi verificado em todos os grupos estudados: 36% das amostras no grupo que não recebeu nenhum tratamento, somente aplicação do silano, 68% no grupo abrasonado com pontas diamantadas, 54% no grupo condicionado com ácido fluorídrico a 10% por 4 minutos e 50% no grupo submetido ao jateamento com óxido de alumínio.

A associação de ácido fluorídrico e silano parece ser um método eficaz no preparo de superfícies cerâmicas para a colagem ortodôntica. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a influência do tempo de aplicação do ácido fluorídrico a 10% sobre a resistência da colagem de braquetes em superfícies de porcelana e avaliar o estado de integridade destas, bem como a quantidade de adesivo remanescente após a descolagem ortodôntica.

MATERIAL E MÉTODOS

Vinte corpos de prova de porcelana feldspática para esmalte Duceram-LFC (Ducera - Dental GmbH & Co. KG; Germany) foram submetidos a um processo de acabamento e polimento metalográfico com lixas de carvão de silício, realizado em uma politriz (Arotec APL-4; Arotec S.A.). Em seguida, foi aplicada uma camada de glaze nas superfícies cerâmicas.

Com o intuito de verificar o grau de lisura das pastilhas cerâmicas, estas foram avaliadas por meio do rugosímetro (Mitutoyo, modelo SurfTest SJ-201P), configurado com uma faixa de leitura de 1,3mm. A amostra foi dividida em 2 grupos, segundo o tempo de aplicação do ácido fluorídrico:

- Grupo 15 segundos: ácido fluorídrico a 10% aplicado por 15 segundos (Condicionador de porcelanas; Dentsply) + agente de união silano (3M Scotchbond agente silano; 3M Dental Products) + adesivo resinoso (Optibond Solo Plus; Kerr USA) + resina composta (Fill Magic; Vigodent Brasil).

- Grupo 1 minuto: ácido fluorídrico a 10% aplicado por 1 minuto (Condicionador de porcelanas; Dentsply) + agente de união silano (3M Scotchbond agente silano; 3M Dental Products) + adesivo resinoso (Optibond Solo Plus; Kerr USA) + resina composta (Fill Magic; Vigodent Brasil).

Os braquetes utilizados neste experimento foram do tipo Edgewise para incisivos centrais superiores (Dental Morelli), visto que estes apresentam uma base relativamente plana, permitindo assim uma melhor adaptação à superfície da porcelana. Após a aplicação de uma fina camada de resina composta na base dos braquetes, estes foram pressionados contra a superfície da porcelana, com o auxílio do cabo da pinça de colagem, até que ocorresse o escoamento do excesso de resina. A força aplicada na colagem procurou reproduzir aquela empregada na clínica ortodôntica de rotina, sendo feita pelo mesmo operador com experiência na colagem direta de braquetes. Com o auxílio de uma sonda exploradora, o excesso era removido e a polimerização realizada por 40 segundos.

Após a colagem, toda a amostra foi imersa em recipientes com saliva artificial e armazenada em temperatura ambiente por 7 dias. Passado o período de armazenamento, os corpos de prova foram submetidos ao teste de resistência à força de cisalhamento, na máquina universal de ensaios (Máquina Universal de Ensaios DL 500 – EMIC), calibrada com uma célula de carga de 50N e velocidade fixa de 0,5mm/minuto. A força em Newtons era registrada no momento da descolagem em cada face, e dividida pela área de superfície da base do braquete (14,2mm²), obtendo-se assim os valores de resistência ao cisalhamento em MPa (N/mm²), registrados eletronicamente no computador.

Após a descolagem, todas as amostras foram fotografadas com uma câmera digital Coolpix 4500 (Nikon Corporation, Japão), posicionada a uma distância de 32mm, no modo automático, com uma ampliação de 13 vezes e as imagens transferidas para um computador Pentium III 600MHz (Intel Corporation, EUA). Através de um *software* específico (Corel Draw 9 – Corel Corporation, EUA) a sobreposição de um diagrama dividido em 16 áreas foi realizada sobre a fotografia de cada corpo de prova. A quantidade de adesivo remanescente nestas superfícies foi então avaliada através do índice de adesivo remanescente (Adhesive remnant index – ARI), descrito por Artun e Bergland². Esta análise é baseada em uma escala de escores que varia de 0 a 3:

- * Escore 0 - indica a ausência de qualquer resíduo da camada adesiva na superfície cerâmica;

- * Escore 1 - indica a presença de menos da metade da resina remanescente na superfície cerâmica;

- * Escore 2 - indica a presença de mais da metade da resina remanescente na superfície cerâmica;

- * Escore 3 - indica a presença de toda a resina remanescente na superfície cerâmica, juntamente com a impressão do desenho da base do braquete.

RESULTADOS

A diferença da resistência ao cisalhamento entre os grupos foi estatisticamente avaliada atra-

Tabela 1 - Força de adesão média (MPa), desvio-padrão e variação entre os grupos submetidos a diferentes tempos de condicionamento ácido (n=10).

grupo	média	d.p.	variação
grupo 15 segundos*	3,63	0,55	2,52 – 4,37
grupo 1 minuto*	7,18	2,82	4,05 – 13,58

* $p < 0,0001$ (Teste t de Student).**Tabela 2** - Frequência de falhas adesivas e coesivas nas amostras de porcelana submetidas a diferentes tempos de condicionamento ácido (n=10).

grupo	falha adesiva		falha coesiva	
	resina / braquete	resina / porcelana	resina	porcelana
grupo 15 segundos**	3	0	7	0
grupo 1 minuto**	3	0	7	0

** Não significante (Teste do Qui-Quadrado).

vés do teste t de Student. No grupo 15 segundos, a força de adesão média foi de 3,63MPa, significativamente inferior à força de adesão média do grupo 1 minuto, que foi de 7,18MPa (Tab. 1). No gráfico 1 são mostrados os valores da força de adesão de cada corpo de prova, relacionados a cada grupo.

Os escores do ARI foram analisados estatisticamente através do teste de Qui-Quadrado; diferenças significantes não foram encontradas entre os grupos. Em todas as amostras, foi constatada a necessidade de algum tipo de acabamento para remover o adesivo que permaneceu sobre a porcelana, com intuito de devolver seu aspecto original. A tabela 3 mostra a frequência do ARI em ambos os grupos. As fotografias digitais ampliadas juntamente com os diagramas utilizados na avaliação do ARI podem ser observadas nas figuras 1, 2, 3 e 4.

DISCUSSÃO

Apesar da existência de uma grande quantidade de estudos relacionados à colagem ortodôntica em superfícies cerâmicas, na grande maioria destes, a porcelana utilizada é do tipo de corpo ou para dentina^{3,10,12,14,20,22} ou então não é especificamente

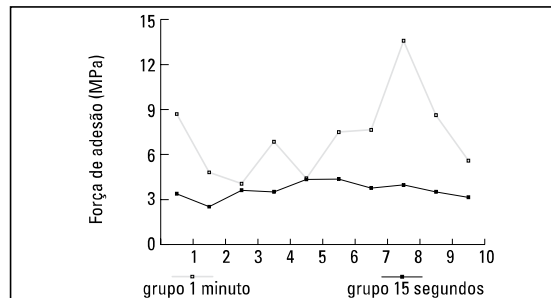


GRÁFICO 1 - Força de adesão dos braquetes colados nas superfícies cerâmicas submetidas a diferentes tempos de condicionamento ácido.

Tabela 3 - Frequência dos escores do ARI nos grupos submetidos a diferentes tempos de condicionamento ácido.

Grupo	ARI = 0	ARI = 1	ARI = 2	ARI = 3
Grupo 15 segundos**	0	1	6	3
Grupo 1 minuto**	0	2	5	3

** Não significante (Teste do Qui-Quadrado).

mencionada^{7,9,17,19,24,27}. Considerando que as coroas de porcelanas são usualmente constituídas de uma camada mais interna composta de porcelana de corpo e uma camada mais externa de porcelana para esmalte ou incisal, além da camada superficial de glaze, os resultados destes estudos seriam mais fidedignos se os corpos de prova fossem confeccionados a partir de porcelana para esmalte, visto que é sobre este tipo de porcelana que os braquetes são colados. Por esta razão, esta presente pesquisa utilizou a porcelana para esmalte Duceram-LFC (Ducera – Dental GmbH & Co. KG; Germany).

Tomando como base a metodologia de colagem ortodôntica em porcelana empregada por Valverde²², este estudo avaliou a força de cisalhamento necessária para remoção dos braquetes colados em superfícies cerâmicas condicionadas com ácido fluorídrico a 10% por 15 segundos e por 1 minuto e a integridade da porcelana após a remoção dos braquetes. O tipo e o modo da falha na descolagem foram analisados, além da quantidade de adesivo remanescente nestas superfícies.

No grupo 15 segundos, a força de adesão média foi de 3,63MPa, significativamente inferior à força

de adesão média do grupo 1 minuto, que foi de 7,18MPa. Estudos prévios, encontrados na literatura odontológica, consideram um valor entre 6MPa e 10MPa como suficientes para a colagem ortodôntica em porcelana^{4,5,6,7,8,13,20}. Dessa forma, a aplicação do ácido fluorídrico por 1 minuto foi considerada efetiva quando se objetivou a obtenção de uma colagem capaz de resistir às forças geradas durante o tratamento ortodôntico. Porém, contrariamente aos estudos de Valverde²², que obteve forças de colagem satisfatórias com o condicionamento com ácido fluorídrico a 10% por 15 e 30 segundos (8,1MPa e 8,4MPa respectivamente), neste presente estudo, o grupo 15 segundos não ofereceu resistência sufi-

ciente, sendo considerado ineficaz.

Sabe-se que tanto a condensação das partículas como o ciclo de queima influenciam muito as propriedades da porcelana²¹. Como neste presente estudo foi utilizado uma porcelana de baixa fusão (Duceram-LFC) e os estudos de Valverde²² foram realizados com cerâmica convencional, a diferença de 260°C entre a temperatura de queima destas porcelanas (660°C e 920°C respectivamente) pode ser um dos fatores responsáveis pela diferença dos resultados encontrados, principalmente quando comparados os grupos 15 segundos.

A transferência direta destes valores para as situações clínicas não deve ser totalmente aceita,

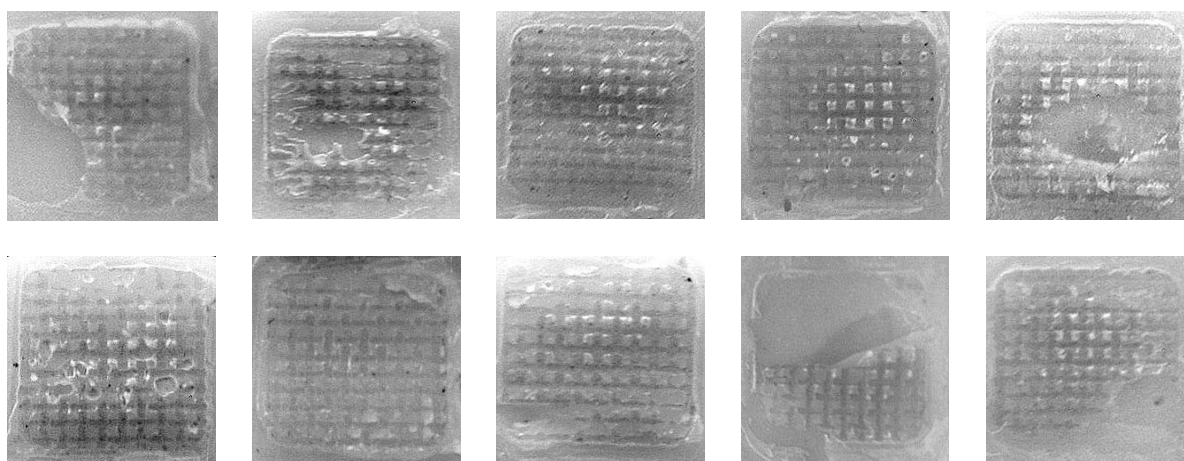


FIGURA 1 - Fotografias digitais da área avaliada pelo índice de adesivo remanescente do grupo 15 segundos.

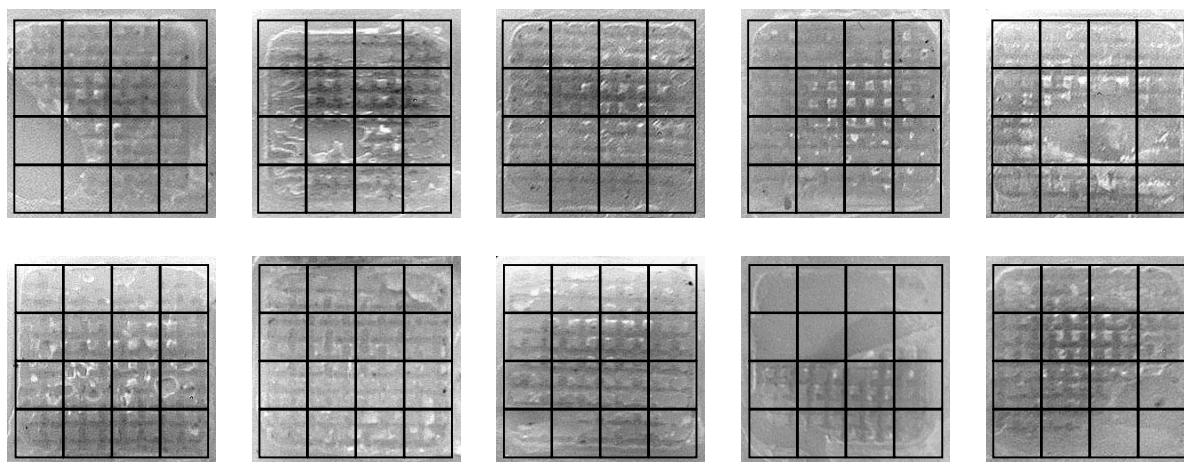


FIGURA 2 - Fotografias digitais do grupo 15 segundos com a sobreposição do diagrama dividido em 16 áreas.

já que a colagem ortodôntica em porcelana é influenciada por vários outros fatores^{6,26,27}. Além disso, apesar do teste de cisalhamento ter sido adotado como o método padrão para a mensuração da força de colagem ortodôntica^{6,17,19,27} seus resultados podem ser questionados, já que uma distribuição não uniforme de estresse é gerada¹⁵. Mesmo assim, os estudos *in vitro* são essenciais para que novos métodos sejam testados antes de serem usados *in vivo*, muito embora a relevância clínica destes seja limitada¹⁹.

Outra questão que também foi avaliada neste trabalho foi o tipo de falha que ocorreu durante a descolagem e o estado de integridade das superfícies

cerâmicas. A maioria das falhas da colagem foi coesivas dentro da camada de resina composta (70%), mas em 30% dos corpos de prova a falha foi adesiva entre a resina e o braquete, ficando toda a resina remanescente na superfície cerâmica, juntamente com a impressão do desenho da base do braquete.

Nenhuma falha coesiva dentro da camada cerâmica foi verificada. Assim, nenhuma fratura da porcelana foi observada e em todas as amostras alguma quantidade de resina permaneceu sobre suas superfícies, sendo portanto necessário algum tipo de acabamento para remover a resina remanescente.

Apesar de não ocorrerem diferenças significantes entre os grupos, a frequência de ARI 2 no gru-

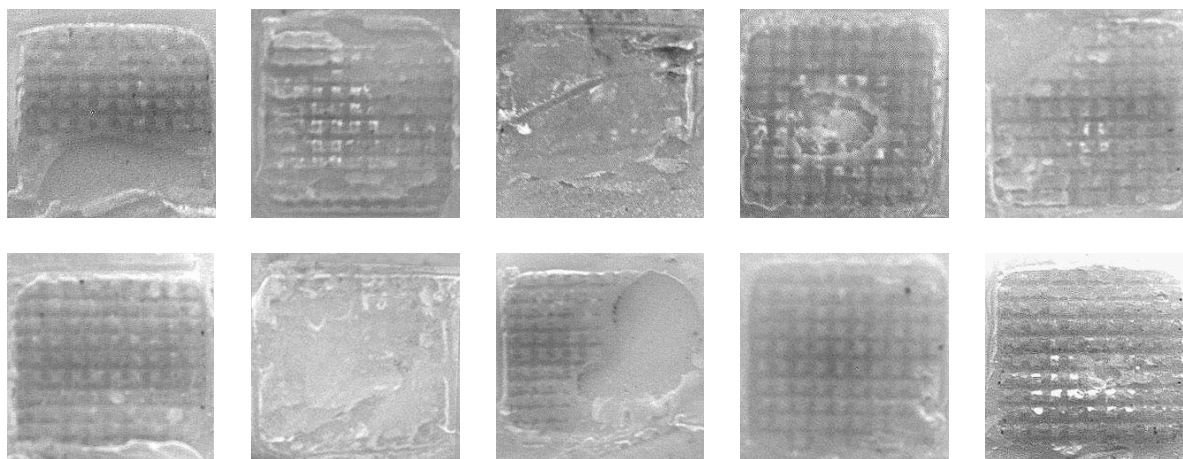


FIGURA 3 - Fotografias digitais da área avaliada pelo índice de adesivo remanescente do grupo 1 minuto.

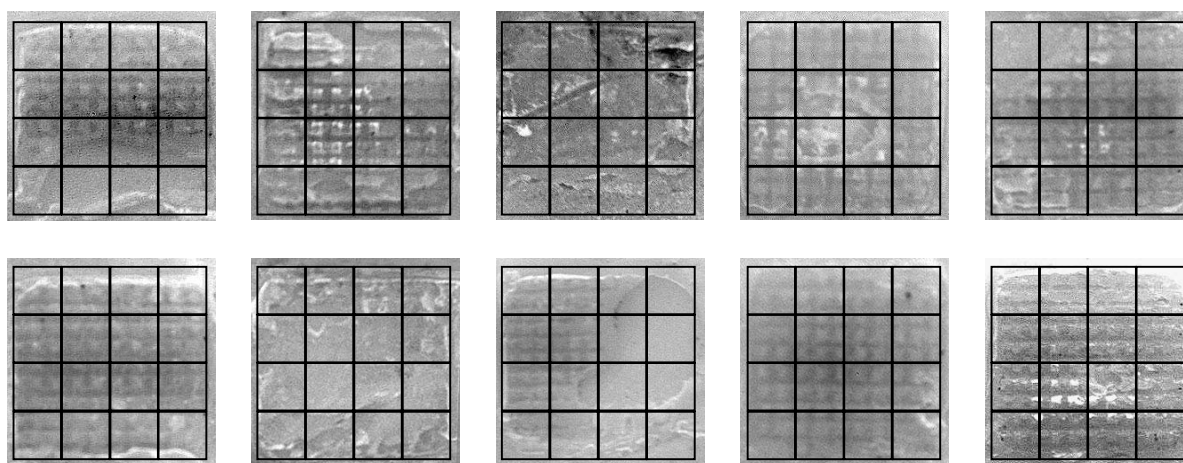


FIGURA 4 - Fotografias digitais do grupo 1 minuto com a sobreposição do diagrama dividido em 16 áreas.

po 15 segundos (60%) foi ligeiramente maior que no grupo 1 minuto (50%). O ARI 1 foi encontrado em 10% das amostras do grupo 15 segundos e em 20% das amostras do grupo 1 minuto.

A ocorrência de falhas adesivas e coesivas durante os procedimentos de descolagem de braquetes ortodônticos em superfícies de porcelana também foi relatada por outros autores, porém com uma maior frequência de falhas adesivas^{9,19}. Entretanto, a ausência de falhas coesivas dentro da camada cerâmica neste trabalho corrobora alguns estudos anteriores^{9,19}, onde nenhuma fratura da porcelana foi verificada, e difere dos resultados encontrados por Sant'anna et al.¹⁷

A comparação dos resultados obtidos a partir do índice de adesivo remanescente (ARI) entre diferentes estudos é questionável, uma vez que este índice é subjetivo e depende de diversos fatores, incluindo o desenho da base do braquete e o tipo de adesivo, e não simplesmente da resistência da colagem na interface dos materiais¹⁶. Contudo, este índice é bastante útil na determinação percentual dos locais das falhas da colagem através da quantidade de resina remanescente na superfície da amostra¹⁸.

Estudo adicionais avaliando fatores como agentes de colagem^{8,26}, tipo da cerâmica, tipo de tratamento da superfície e com metodologias variadas são necessários para a obtenção de maiores informa-

ções que auxiliem a prática clínica da Ortodontia.

CONCLUSÕES

1) O condicionamento com ácido fluorídrico a 10% por 1 minuto, seguido da aplicação de silano, adesivo resinoso e compósito, foi considerado o melhor método para o preparo de superfícies cerâmicas previamente à colagem ortodôntica, por fornecer uma força de adesão adequada e, ao mesmo tempo, não causar nenhum dano à porcelana durante a descolagem dos braquetes. A aplicação de ácido fluorídrico a 10% por apenas 15 segundos não forneceu uma força de adesão suficiente para suportar as forças geradas durante o tratamento ortodôntico.

2) Após a remoção do braquetes, não foi observado nenhum dano às superfícies de porcelana condicionadas com ácido fluorídrico 10% (tanto por 15 segundos quanto por 1 minuto), visto que as falhas da colagem ocorreram dentro da camada de resina ou entre esta e o braquete.

3) Com relação à análise do ARI, nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre os grupos, sendo que a maior parte das fraturas foi coesiva dentro da camada de resina composta.

Enviado em: outubro de 2004
Revisado e aceito: janeiro de 2006

Porcelain surface evaluation after debonding of orthodontic brackets

Abstract

Aim: the aim of this study was to evaluate the influence of acid conditioning time in porcelain surface and its characteristics after debonding of orthodontic brackets. **Methods:** twenty samples of feldspathic porcelain for enamel (Duceram-LFC) were divided in 2 groups according with the amount of time of acid conditioning with hydrofluoric acid 10% (15 seconds and 1 minute). After acid etching, it was applied silane (3M Scotchbond), adhesive (Optibond Solo Plus) and resin (Fill Magic) in these surfaces. The debonding was done with shear strength through a universal testing machine (DL 500 – EMIC) calibrated with a fixed speed of 0.5mm/minute. The adhesive remnant index (ARI) in the porcelain surfaces and their characteristics after removal of the brackets were evaluated through digital pictures. **Results:** in the 15 seconds group, the mean bond strength was 3.63Mpa, significantly lower than the 1 minute group, that was 7.18Mpa ($p < 0.0001$). All fractures during debonding were cohesive in the composite resin layer (70%) or bond between the bracket and the resin (30%). In relation to the ARI analysis, the Chi-square test showed no statistically significant difference between both groups. **Conclusion:** conditioning with hydrofluoric acid 10% for 1 minute, followed by the application of silane, adhesive and resin was considered the best porcelain preparation method before orthodontic bonding.

Key words: Hydrofluoric acid. Porcelain. Brackets. Bonding.

REFERÊNCIAS

- ANDREASEN, G. F.; STIEG, M. A. Bonding and debonding brackets to porcelain and gold. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 93, no. 4, p. 341-345, Apr. 1988.
- ARTUN, J.; BERGLAND, S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 85, no. 4, p. 333-340, Apr. 1984.
- BARBOSA, V. L. T.; ALMEIDA, M. A.; CHEVITARESE, O. Direct bonding to porcelain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 107, no. 2, p. 159-164, Feb. 1995.
- BOURKE, B. M.; ROCK, W. P. Factors affecting the shear bond strengths of orthodontic brackets to porcelain. **Br J Orthod**, London, v. 26, no. 4, p. 117-126, 1999.
- CHUNG, C. H.; BRENDLINGER, E. J.; BRENDLINGER, D. L.; BERNAL, V.; MANTE, F. K. Shear bond strengths of two resin-modified glass ionomer cements to porcelain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, p. 533-535, May 1999.
- COCHRAN, D.; O'KEEFE, K. L.; TURNER, D. T.; POWERS, J. M. Bond strength of orthodontic composite cement to treated porcelain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 111, no. 3, p. 297-300, Mar. 1997.
- EUSTAQUIO, R.; GARNER, L. D.; MOORE, B. K. Comparative tensile strengths of brackets bonded to porcelain with orthodontic adhesive and porcelain repair systems. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 94, no. 5, p. 421-425, Nov. 1988.
- GILLIS, I.; REDLICH, M. The effect of different porcelain conditioning techniques on shear bond strengths of stainless steel brackets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, p. 387-392, 1988.
- HARARI, D.; SHAPIRA-DAVIS, S.; GILLIS, I.; ROMAN, I.; REDLICH, M. Tensile bond strength of ceramic brackets bonded to porcelain facets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 123, p. 551-554, 2003.
- KAO, E. C.; BOLTZ, K. C.; JOHNSTON, W. M. Direct bonding of brackets to porcelain veneer laminates. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 94, no. 6, p. 458-468, Dec. 1988.
- KNIGHT, C. T. L.; WYLIE, S. G.; MAJOR, P. W.; GLOVER, K. E.; GRACE, M. Mechanical and electrothermal debonding: effect on ceramic veneers and dental pulp. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 112, p. 263-270, 1997.
- KOCADERELI, I.; CANAY, S.; AKÇA, K. Tensile bond strength of ceramic orthodontic brackets bonded to porcelain surfaces. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 119, no. 6, p. 617-620, May 2001.
- MAJOR, P. W.; KOEHLER, J. R.; MANNING, K.E. 24-hour shear bond strength of metal orthodontic brackets bonded to porcelain using various adhesion promoters. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 108, no. 3, p. 322-329, Sept. 1995.
- NEBBE, B.; STEIN, E. Orthodontic brackets bonded to glazed and deglazed porcelain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 104, no. 4, p. 431-436, Apr. 1996.
- NEWMAN, S. M.; DRESSLER, K. B.; GRENADIER, M. R. Direct bonding of orthodontic brackets to esthetic restorative materials using a silane. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 86, no. 6, p. 503-506, Dec. 1984.
- O'BRIEN, K. D.; WATTS, D. C.; READ, M. J. F. Residual debris and bond strength: Is there a relationship? **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 94, p. 222-230, 1988.
- SANT'ANNA, E. F.; MONNERAT, M. E.; CHEVITARESE, O.; STUANI, M. B. S. Bonding brackets to porcelain: *in vitro* study. **Braz Dent J**, Ribeirão Preto, v. 13, no. 3, p.191-196, 2002.
- SCHANEVELDT, S.; FOLEY, T. F. Bond strength comparison of moisture-insensitive primers. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 122, p. 267-273, 2002.
- SCHMAGE, P.; NERGIZ, I.; HERRMANN, W.; ÖZCAN, M. Influence of various surface-conditioning methods on the bond strength of metal brackets to ceramic surfaces. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 123, p. 540-546, 2003.
- SMITH, G. A.; MCINNES-LEDOUX, P.; LEDOUX, W. R.; WEINBERG, R. Orthodontic bonding to porcelain: bond strength and refinishing. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 94, no. 3, p. 245-252, Sept. 1988.
- TOUATI, B.; MIARA, P.; NATHANSON, D. **Odontologia estética e restaurações cerâmicas**. 1. ed. São Paulo: Ed. Santos, 2000.
- VALVERDE, C. **Avaliação da força de adesão dos bráquetes colados em superfície de porcelana**. 2003. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)-Faculdade de Odontologia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.
- VERGANO, P. J.; HILL, D. C.; UHLMANN, D. R. Thermal expansion of feldspar glasses. **J Am Ceram Soc**, [S. l.], v. 50, p. 59-60, 1967.
- WHITLOCK, B. O.; EICK, J. D.; ACKERMAN, R. J.; GLAROS, A. G.; CHAPPELL, R. P. Shear strength of ceramic brackets bonded to porcelain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 106, p. 358-364, 1994.
- WOOD, D. P.; JORDAN, R. E.; WAY, D. C.; GALIL, K. A. Bonding to porcelain and gold. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 89, no. 3, p. 194-205, Mar. 1986.
- ZACHRISSON, B. U.; BUYUKYILMAZ, T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. **J Clin Orthod**, Boulder, p. 661-675, Dec. 1993.
- ZACHRISSON, B. U.; BUYUKYILMAZ, T. Surface preparation for orthodontic bonding to porcelain. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 109, no. 4, p. 420-430, Apr. 1996.

Endereço de correspondência

André Moreira Mattos
Rua Chrysolino Soares, 131 – Ilha do Frade Vitória/ES
CEP: 29057-020
E-mail: amm.ortodontia@bol.com.br