**Avaliação da resistência de união da resina composta ao esmalte desmineralizado submetido à remineralização e infiltração de cárie**

***Evaluation of bond strength of composite resin to enamel demineralized and subjectec to remineralization of caries infiltration***

**INTRODUÇÃO**

 O esmalte dentário é um tecido acelular altamente mineralizado, no qual cristais microscópicos de fosfato de cálcio compreendem 99% do peso seco. Os cristais assemelham-se à hidroxiapatita mineral, Ca10(PO4)6(OH)2, sendo que o cálcio, o fosfato e ânions de hidroxila estão organizados num padrão repetitivo. Inclusões de carbonato, sódio, flúor e outros íons fazem dele uma forma impura de mineral. Nos cristais do esmalte, alguns íons fosfato são substituídos por íons carbonato, freqüentemente pela substituição simultânea do cálcio por sódio.. Adicionalmente, alguns íons hidroxila são substituídos por íons flúor, porém não há limite para a possível extensão dessa substituição; 100% de substituição resulta em fluorapatita, no entanto, esse mineral é raramente encontrado em tecidos biológicos. Pode-se dizer que o carbonato e o flúor estão incrustrados no cristal porque eles mudam a dimensão da treliça do mesmo. A apatita do esmalte e a maioria das outras apatitas biológicas são, consequentemente, uma fluoridroxiapatita carbonatada [1].

 Por ação do metabolismo físico-químico proveniente da dieta e condições fisiológicas do meio bucal como a saliva, temperatura, pH e demais fluidos, o esmalte sofre constantemente um processo de desmineralização e remineralização [2]. A hidroxiapatita presente no esmalte torna-se susceptível à dissolução quando existe uma significante quantidade de ácidos e o pH encontra-se em um nível crítico (pH=5,5). Assim, a concentração de íons cálcio (Ca2+) e fosfato (HPO42-) diminuem em comparação ao produto de solubilidade da hidroxiapatita, estimulando uma tendência físico-química do esmalte a perder Ca2+ e HPO42- para o meio oral, na tentativa de recuperar um estado de equilíbrio, fenômeno conhecido como desmineralização, aumentando a solubilidade e formando-se uma lesão inicial de cárie, por meio de alterações submicroscópicas [3].

O processo da cárie em esmalte, desde a perda mineral subclínica, à mancha branca ativa e formação de cavidade, tem sido muito estudado e há uma concordância entre os autores de que as lesões de cárie restritas ao esmalte são passíveis de paralisação e remineralização, sob condições adequadas [3-4-5-6].

Uma nova filosofia de tratamento surgiu a fim de criar um ambiente favorável à paralisação da cárie, com mínima intervenção operatória [7]. Além do enfoque biológico, que minimiza a intervenção dentária, o conforto para o paciente também passou a ser uma preocupação constante da Odontologia moderna [8-9].

O Icon (DMG) foi introduzido no mercado como uma alternativa inovadora aos tratamentos de lesões iniciais de cárie, ou seja, limitadas ao esmalte, sem cavitação, intervindo em lesões que ultrapassaram o tratamento com terapias preventivas, porém que não necessitam de intervenção restauradora convencional utilizando pontas e brocas. Sendo assim, apresenta-se como um tratamento conservador, evitando a perda da estrutura dental, e dificultando a transição da desmineralização inicial até a cavitação. Atua por uma tecnologia de microinfiltração, preenchendo a estrutura desmineralizada, impedindo a progressão da lesão e reforçando a estrutura mineral, devolvendo as características do esmalte adjacente circundante. Pode ser utilizado em lesões não cavitadas, tanto em faces lisas como em regiões interproximais.

Devido à possibilidade de uma região do esmalte que tenha sido infiltrada com o Icon necessitar de um procedimento adesivo, como por exemplo, a colagem de *brackets* ortodônticos, a necessidade de procedimentos restauradores conservadores, ou restaurações devido a fraturas dentais, uma vez que o material infiltrado no esmalte não será removido, existe o questionamento quanto à adesividade da superfície que fora tratada, e quanto à compatibilidade deste material com sistemas adesivos atuais [10-11].

Diante dessa dúvida, avaliou-se a resistência de união de uma resina composta utilizando-se dois tipos de adesivos a diferentes substratos de esmalte: hígido ou desmineralizado, submetido ou não a remineralização, ou ainda, infiltrado com Icon.

**MATERIAL E MÉTODOS**

**Confecção dos corpos de prova**

 Foram utilizados 120 incisivos bovinos recém-extraídos e limpos, estocados em solução fisiológica de timol 0,1% em freezer a – 18°C [12], não ultrapassando 28 dias de armazenagem [13]. As raízes foram removidas por meio de uma secção perpendicular ao longo eixo, 2,0 mm além da junção amelocementária, com disco diamantado (Dremel, Breda, Holanda) montado em mandril, em torno de alta rotação (Nevoni, São Paulo, SP, Brasil). Somente as coroas foram utilizadas. A superfície do esmalte dos espécimes foi aplainada utilizando-se discos de lixas d'água de granulações 400 e 600, em politriz (DP-10, Panambra, São Paulo-SP, Brasil), em presença de água, mantendo-se uma pressão uniforme e constante, para a obtenção de uma superfície lisa e plana de aproximadamente 5 X 5 mm (Figura 1).

 Após, os dentes preparados foram posicionados em uma matriz de silicone industrial – Rodhorsil (Clássico, São Paulo, SP, Brasil) com medidas internas de 2 cm de diâmetro e 1,5 cm de altura com a face vestibular desgastada apoiada na sua base. A seguir, resina acrílica incolor autopolimerizável (Jet-Artigos Odontológicos, Clássico, São Paulo, SP, Brasil) foi vertida na fase fluida até o completo preenchimento da matriz e o conjunto foi imerso em água gelada até a completa polimerização (Figura 1). Os dentes embutidos em resina acrílica foram removidos da matriz e lixados por 30 s (lixa d'água de granulação 600), em politriz circular sob refrigeração abundante de água, para a padronização da formação da *smear layer*.

**Figura 1:** Figura representando o preparo dos espécimes. A) Dente bovino; B) Coroa do dente bovino; C) Desgaste da superfície do esmalte em politriz; D) Posicionamento da coroa em matriz de silicone com a face vestibular apoiada na base; E) Inclusão em resina acrílica; F) Vista lateral dos dentes incluídos.

**Adequação dos grupos**

Os espécimes (n=120) foram divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo Sistema Adesivo Convencional: Adper Single Bond Universal (SAC) e Grupo Sistema Adesivo Autocondicionante: EasyClearfil S3 (SAA).

Esses grupos foram subdivididos em cinco, de acordo com o substrato utilizado:

* Grupo A (n=24): Esmalte hígido (grupo controle) não recebeu nenhum tratamento, apenas os procedimentos adesivos para o teste de microtração.

 Os grupos descritos a seguir foram submetidos ao tratamento para desmineralização e formação de lesão de cárie superficial, sendo imersos em solução desmineralizante [14], a qual continha 3mM CaCl2 ● 2H2O, 3mM KH2PO4 e 50mM CH3COOH (pH 5,0). As amostras foram imersas separadamente na solução a 37 °C durante 7 dias, sendo que esta solução foi renovada a cada dia, para manter o pH constante. O volume total de solução utilizada foi calculada utilizando-se 2 ml / mm2 de área do esmalte e imerso dentro da solução de ácido, sobre um agitador multifuncional Kline a uma velocidade média de 120 rpm, evitando a saturação de ácido de cálcio em contato com a amostra, o qual reduziria sua atividade.

* Grupo B1 (n=24): Esmalte desmineralizado, não foi submetido a nenhum tratamento remineralizador;
* Grupo B2 (n=24): Esmalte desmineralizado e remineralizado com saliva. Os corpos de prova ficaram imersos durante 8 semanas em saliva artificial [15] a qual foi trocada diariamente;
* Grupo B3 (n=24): Esmalte desmineralizado e remineralizado com flúor. Os corpos de prova foram imersos em solução de fluoreto 0,05% durante 1 minuto e lavados com água deionizada, sendo imersos em saliva artificial diariamente, sendo que este processo foi repetido por 8 semanas,
* Grupo B4 (n=24): Esmalte desmineralizado e infiltrado com ICON. Para infiltração do Icon foi aplicado o Ácido Fosfórico a 35% (Magic Acid, Vigodent/Rio de Janeiro-RJ, Brasil) por 30 segundos [16] e os corpos de prova foram lavados com água e secos por 30 segundos com jato de ar, depois aplicado o Icon-Dry por 30 segundos e secos com ar. Por fim, foi aplicado o Icon-Infiltrant por 3 minutos, seguido de fotopolimerização por 40 segundos, e polimento [17,18].

Os 24 espécimes de cada grupo foram divididos em dois (n=12) de acordo com os sistemas adesivos utilizados (Quadro1).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 120 dentes | Grupo A (controle)(24 dentes) | AE: Easy Clearfil SE (ECSE) + Filtek (12 dentes) |
| AA: Adper Single Bond U (ASBU) + Filtek (12 dentes) |
| Grupo B (desmineralizado)(96 dentes) | B1: apenas desmineralizadora(24 dentes) | B1E: ECSE + Filtek (12 dentes) |
| B1A: ASBU + Filtek (12 dentes) |
| B2: remineralizado com saliva artificial(24 dentes) | B2E: ECSE + Filtek (12 dentes) |
| B2A: ASBU + Filtek (12 dentes) |
| B3: remineralizado com flúor(24 dentes) | B3E: ECSE + Filtek (12 dentes) |
| B3A: ASBU+ Filtek (12 dentes) |
| B4: Infiltrado com Icon (24 dentes) | B4E: ECSE + Filtek (12 dentes) |
| B4A: ASBU+Filtek (12 dentes) |

**Quadro 1.** Delineamento dos grupos experimentais.

**Aplicação dos sistemas adesivos**

Sobre as superfícies de esmalte tratadas foram aplicados os sistemas adesivos ([Clearfil S3 Bond Plus](http://ebookbrowse.com/clearfil-s3-bond-plus-brochure-pdf-d323488555)-Kuraray Medical Inc. Okayama,Japane Single Bond Universal - 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) de acordo com a indicação do fabricante.

**Inserção e polimerização da resina composta**

 Com auxílio de uma matriz de silicone com dimensões de 4 mm x 4 mm x 4 mm, a resina composta Filtek Z350 XT (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA, cor A3) foi inserida em incrementos de 2 mm, e fotopolimerizados com o aparelho LED com 500 mW/cm2 de potência (Emitter A, Schuster) por 20 s cada incremento. A matriz de silicone foi removida e cada face do bloco de resina foi fotopolimerizada por mais 20 s. Os dentes restaurados foram armazenados em água destilada em estufa bacteriológica a 37º C por 24h.

**Ciclagem térmica**

Os corpos de prova foram submetidos a ciclagem térmica (Máquina ER 26000, Erios, Brasil) em 3 cubas: para banho frio (2ºC e 5ºC), quente (50ºC e 55ºC) e intermediário (37°C ± 2°C), totalizando 10000 ciclos e com o tempo de permanência dos espécimes em cada banho durante 15 segundos [19].

**Preparo dos espécimes para microtração**

Foram realizadas secções paralelas ao longo eixo do dente nos sentidos mésio-distal e vestíbulo-lingual (Figuras 2A e 2B) com espessura aproximada de 1 mm, em uma máquina de cortes seriados Labcut 1010 (Extec Technologies Inc., Enfield, CT, EUA) utilizando-se um disco de diamante em baixa velocidade, sob refrigeração abundante, obtendo-se palitos de resina composta e estrutura dental. Cada dente preparado originou cerca de 4 a 9 palitos internos. Os palitos selecionados para o ensaio de microtração foram aqueles em que a área de união permanecia preservada após as secções, e as estruturas adjacentes à interface adesiva deveriam oferecer extensão mínima de 2 mm e nenhum defeito superficial.

A área dos palitos foi medida antes da execução do ensaio mecânico, empregando um paquímetro eletrônico digital (Starrett Indústria e Comércio Ltda, São Paulo, SP, Brasil). O valor da área e o valor de carga para rompimento da união serviram para calcular a resistência de união à tração em Mega Pascal (MPa) através da seguinte fórmula: Rm=F/A, onde: Rm é a resistência à microtração; F é a força aplicada em Kgf; e A é a área de união em mm.

 Os espécimes foram fixados com cola de cianoacrilato em gel Loctite 454 (Henkel Loctite Adesivos Ltda, Itapevi, SP, Brasil) no dispositivo de microtração (Odeme, Joaçaba, SC, Brasil) para realização do ensaio de tração na máquina de testes universais (DL-200, EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil). Foi utilizada uma célula de carga de 10 kgf, a uma velocidade de 0,5 mm/min segundo as normas descritas no ISO/TR 11405. No momento da fratura, os valores de resistência da união à microtração foram coletados e tabulados para realização da análise estatística.

Figura 2: Preparo dos espécimes para o teste de microtração. A) Espécime restaurado; B) Secções paralelas realizadas na máquina de cortes; C) Palitos obtidos; D) Palito obtido após as secções; E) Ensaio mecânico de microtração.

Os espécimes fraturados foram corados com hematoxilina a 7%, durante 3 min e analisados em estereomicroscópio X345 (Discovery V20, Karl Zeiss, Jena, Alemanha) com aumento de 40 vezes para determinação do tipo de fratura:

* **Adesiva:** Fratura na interface adesivo/estrutura dental ou na interface adesivo/resina composta, em mais de 75% da área analisada;
* **Mista:** Fratura sem predominância maior que 75% de qualquer tipo de falha;
* **Coesiva no substrato dental:** Fratura predominantemente (cerca de 75%) no interior da estrutura dental;
* **Coesiva em resina:** Fratura predominantemente (cerca de 75%) no interior da resina composta.

 Os dados resultantes de fraturas coesivas em resina ou estrutura dental foram desprezados, sendo utilizados apenas os dados das fraturas adesivas e mistas. Para as falhas pré-teste adesivas, foi considerado o menor valor do grupo obtido, para obter uma normalidade entre os resultados [20].

Os dados de resistência adesiva (MPa) foram analisados pelo teste da análise de variância (ANOVA) paramétrica e pelo teste de Tukey, sendo adotado o nível de significância de 5% para a tomada de decisões.

**RESULTADOS**

A tabela 1 mostra os valores de média e desvio-padrão de resistência de união (MPa) obtidos nos grupos que sofreram ciclagem térmica.

**T****abela 1.** Análise descritiva para os diferentes grupos, em ordem decrescente quanto à resistência adesiva (MPa).

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tratamento do Esmalte | Tipo de Adesivo | Média (Mpa) | D-P |
| ICON | Clearfil S3 Bond |

|  |
| --- |
| 27,00 |
|  |

 | ±1,76 |
| Controle | Single Bond Universal |

|  |
| --- |
| 26,26 |
|  |

 | ±3,19 |
| ICON | Single Bond Universal |

|  |
| --- |
| 22,60 |
|  |

 | ±2,29 |
| Controle | Clearfil S3 Bond |

|  |
| --- |
| 17,17 |
|  |

 | ±3,52 |
| Flúor | Single Bond Universal |

|  |
| --- |
| 15,63 |
|  |

 | ±1,25 |
| Desmineralizado | Clearfil S3 Bond |

|  |
| --- |
| 11,60 |
|  |

 | ±0,74 |
| Saliva | Single Bond Universal |

|  |
| --- |
| 11,05 |
|  |

 | ±1,74 |
| Desmineralizado | Single Bond Universal |

|  |
| --- |
| 10,94 |

 | ±2,00 |
| Flúor | Clearfil S3 Bond |

|  |
| --- |
| 8,38 |
|  |

 | ±1,59 |
| Saliva | Clearfil S3 Bond |

|  |
| --- |
| 6,83 |
|  |

 | ±1,87 |

Na tabela 1 pode-se observar que a maior média foi obtida pelo grupo Icon/Clearfil S3 (27,00±1,76) seguida pelo grupo Controle/Single Bond Universal (26,26 ±3,19). Enquanto os grupos Flúor/Clearfil S3 (8,38 ±1,59) e Saliva/Clearfil S3 (6,83 ±1,87) obtiveram as menores médias de resistência adesiva.

Para avaliar a interação entre o Tratamento do Esmalte e o Sistema Adesivo os dados obtidos foram submetidos ao modelo estatístico da análise de variância (ANOVA) dois fatores.

Na Tabela 2 observa-se os resultados do teste de ANOVA a dois fatores, verificando valor de p<0,05 para todos fatores (α= 5%). Dessa forma constatou-se diferenças significativas para todos os fatores analisados.

**Tabela 2.** Teste de análise de variância (ANOVA) a dois fatores

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Fatores | GL | QM | F | p |
| Sistema Adesivo | 1 | 288,02 | 78,58 | 0,00\* |
| Tratamento do Esmalte | 4 | 1165,97 | 318,14 | 0,00\* |
| TratamentoXAdesivo | 4 | 208,47 | 56,88 | 0,00\* |

\*Diferenças significativas.

Legendas: GL = Grau de liberdade; QM = Quadrado médio; F= Razão; p = p-Valor. \*p < 0,05

Aplicou-se o Teste de Tukey (5%) com a finalidade de observar as diferenças significativas nos fatores avaliados (Tabelas 3 e 4).

Na Tabela 3 observa-se os resultados do fator Tratamento do Esmalte para o teste de Tukey.

**Tabela 3.** Resultado do Teste de Tukey para o fator Tratamento do Esmalte.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tratamento de Esmalte | Valores em MPa(Média ± DP) | Grupos Homogêneos\* |
| Controle | 21,71±7,54 | A |
| Desmineralizado | 11,27±4,25 | B |
| Saliva | 9,72±1,76 | B |
| Flúor | 11,23±2,52 | B |
| ICON | 24,80±2,35 | A |

\*Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si (p>0,05).

 As técnicas Controle e ICON apresentaram média de resistência de união significantemente superior aos demais grupos.

 Na Tabela4 observam-se os resultados do fator Sistema Adesivo para o teste de Tukey.

**Tabela 4.** Resultado do Teste de Tukey para o fator Sistema Adesivo.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Sistema Adesivo | Valores em MPa(Média ± DP) | Grupos Homogêneos |
| Single Bond Univeral | 17,30±7,64 | A |
| Clearfil S3 Bond | 14,20±6,45 | B |

\*Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si (p>0,05).

 O Sistema Adesivo Single Bond Universal apresentou média de resistência de união significantemente superior ao Sistema Adesivo Clearfil S3 Bond.

**DISCUSSÃO**

De acordo com os resultados obtidos, o grupo infiltrado com o material resinoso Icon (DMG) mostrou-se semelhante ao grupo controle o que demonstra que a resistência de união não foi afetada quando o Icon (DMG) foi utilizado, devido à afinidade entre o monômero do material infiltrante (Icon®–DMG) e o monômero resinoso do sistema adesivo para ambos os sistemas adesivos.

Esses resultados concordam com Wiegand [21] onde foi relatado que a utilização de um material infiltrante de cárie previamente à aplicação de um sistema adesivo convencional não interfere na resistência de união [22].Assim pode-se notar que o uso de material infiltrante antes da aplicação de sistema adesivo não prejudica a resistência de união com o esmalte, ocorrendo, provavelmente, em virtude do preenchimento dos poros de uma lesão inicial de cárie pelo material infiltrante e pela compatibilidade entre os materiais utilizados.

Os grupos que sofreram o processo de desmineralização e foram remineralizados com saliva artificial (B2) e flúor (B3), apresentaram os piores resultados, sendo que o grupo remineralizado com flúor pode tornar o esmalte hipercalcificado, dificultando a atuação do sistema adesivo autocondicionante. Ambos mostraram valores de resistência de união inferiores estatisticamente quando comparados ao esmalte infiltrado com Icon (DMG).

Em estudos anteriores, a ação da remineralização  com fluoretos altamente concentrados, como os encontrados em bochechos orais, foi observada e demonstrada para prevenir a progressão de lesões de cáries incipientes**.**No entanto, esta remineralização parece ser superficial. A porção interna da lesão do esmalte é mais suscetível à desmineralização, devido aos gradientes na solubilidade do esmalte, com o esmalte interno sendo mais solúvel em relação ao externo [23-24].

Concentrações mais elevadas de flúor podem causar rápida precipitação de mineral  na superfície do esmalte e obturação dos poros dessa superficie que se conecta com a base da lesão desmineralizada. Este processo pode limitar ainda mais a remineralização da subsuperfície de esmalte desmineralizado.Idealmente, um sistema de remineralização deve favorecer o ganho mineral  na subsuperfície ao invés de deposição apenas na camada superficial [25].

No que se refere ao tipo de adesivo, pode-se observar que o sistema que utilizou o ácido fosfórico apresentou resultados estatisticamente superiores ao sistema autocondicionante, isso pode ter ocorrido em virtude do condicionamento ácido no esmalte promover microretenções e aumento da área de superfície, além de aumentar a energia de superfície o que facilita o molhamento do adesivo por meio da redução do ângulo de contato entre o adesivo e o tecido condicionado [26-27-28].Entretanto, o adesivo autocondicionante apresenta capacidade de infiltração menor na superfície dental, por se tratar de um condicionamento mais fraco, as microporosidades criadas na estrutura dental são menores, o que dificulta sua atuação e consequentemente promove uma menor resistência de união.

Diante dos resultados obtidos, o tratamento restaurador pode ser indicado sobre a superfície tratada com material resinoso (Icon®–DMG), pois além deste não interferir negativamente na adesão da resina composta ao esmalte, mostrou-se superior estatisticamente aos demais grupos que foram submetidos à desmineralização.

**CONCLUSÃO**

Conclui-se que a superfície infiltrada com o Icon (DMG) não interferiu negativamente na resistência de união da resina composta e os grupos que foram desmineralizados e remineralizados com flúor e saliva artificial apresentaram valores estatisticamente inferiores.

**REFERÊNCIAS**

1. Ten Cate, JM, Larsen MJ, Pearce EIF, Fejerskov, O. Cárie Dentária – A doença e seu tratamento clínico. Livraria Santos Editora Ltda.; 2005.
2. Torres, CRG- Odontologia Restauradora Estética e Funcional. Editora Santos.; 2013
3. Fejerskov O, Kidd EAM. Dental caries, the disease and its clinical management. London, Blackwell Munksgaard, 2003.
4. Featherstone JD. The caries balance: the basis for caries management by risk assessment. Oral Health Prev Dent. 2004;2(1):259-64.
5. Torres CRG, Borges AB, Torres LM, Gomes IS, de Oliveira RS. Effect of caries infiltration technique and fluoride therapy on the colour masking of white spot lesions. J Dent. 2011 Mar;39(3):202-7.
6. Torres CRG, Rosa PCF, Ferreira NS, Borges AB. Effect of Caries Infiltration Technique and Fluoride Therapy on Microhardness of Enamel Carious Lesions. Oper Dent. 2012; 37-3.
7. Werheijn KL, Kreulen CM, de Soet, JJ et al. Bacterial counts in carious dentin under restaurations: 2-year in vivo effects. Caries Res*.*1999; 33(2):130-4*.*
8. Horowitz AM. Introduction to the symposium on minimal intervenction techniques for caries. J Public Health Dent. 1996; 56(3):133-4.
9. Hosoda H, Fusayama T. A tooth substance saving restaurative technique. Inter Dent J. 1984; 349(1):1-12.
10. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-step self-etching adhesive. [J Adhes Dent.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12729081) 2003 Spring;5(1):27-40.
11. Gauthier MA, Stangel I, Ellis TH, Zhu XX. Oxygeninhibition in dental resins. [J Dent Res.](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16040730) 2005 Aug;84(8):725-9.
12. Titley KC. The effect of various storage methods and media on shear bond strengths of dental composite resin to bovine dentin. Arch Oral Biol. 1998;43(4):305-11
13. Tonami K, Takahashi H, Nishimura F. Effect of frozen storage and boiling on tensile strength of bovine dentin. Dent Mater J. 1996;15(2):205-11.
14. Buskes JA, Christoffersen J, Arends J: Lesion formation and lesion remineralization in enamel under constant composition conditions. A new technique with applications. Caries Res. 1985;19:490-496.
15. Gohring TN, Zehnder M, Sener B, Schimidlin PR. In vitro microleakage of adhesive-sealed dentin with lactic acid and saliva exposure: a radio- isotope analysis. J Dent. 2004 Mar; 32(3): 235-40.
16. Magalhães AC, Moron BM, Comar LP, Wiegand A, Buchalla W, Buzalaf MA. Comparison of cross-sectional hardness and transverse microradiography of artificial carious enamel lesions induced by different demineralising solutions and gels. Caries Res. 2009;43(6):474-83.
17. Icon – o tratamento revolucionário para cáries em estágio inicial, sem perfuração. <http://www.drilling-no-thanks.com/us/anwendungen.html>
18. Catálogo do Icon. Em <http://br.dmg-dental.com/downloads/catlogo>
19. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. J Dent. 1999;27(2):89-99.
20. Roulet, Van Meerbeek B. Statistics: a nuisance, a tool, or a must? J Adhes Dent. 2007;9(3):287-8.
21. A. Wiegand, B. Stawarczyk, M. Kolakovic, C.H.F. Ha¨ mmerle,T. Attin, P.R. Schmidlin. Adhesive performance of a caries infiltrant on sound and demineralised enamel.Journal of Dentistry. 2011;39:117-21.
22. Yamazaki H, Litman A, Margolis HC. Effect of fluoride on artificial caries lesion progression and repair in human enamel: regulation of mineral deposition and dissolution under in vivo-like conditions. Archives of Oral Biology. 2007;52:110–20.
23. Anderson P, Elliot JC. Rates of mineral loss in human enamel during in vitro demineralization perpendicular and parallel to the natural surface. Caries Research. 2000;34:33–40.
24. García-Godoy F, Hicks MJ. Maintaining the integrity of the enamel surface: the role of dental biofilm, saliva and preventive agents in enamel demineralization and remineralization. Journal of the American Dental Association. 2008;139:25S–34S.
25. Cochrane NJ, Cai F, Huq NL, Burrow MF, Reynolds EC. New approaches to enhanced remineralization of tooth enamel. Journal of Dental Research. 2010;89:1187- 97.
26. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res. 1955;34(6):849-53.
27. Nakabayashi N. Dentinal bonding mechanisms. Quintessence Int. 1991 Feb;22(2):73-4.
28. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. Dent Mater. 2001;17(5):430-44.