

## RESSALVA

Atendendo solicitação do (a) autor  
(a), o texto completo desta tese será  
disponibilizado a partir de

31/05/2019



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

**LORENA CRISTINA BOGADO ESCOBAR**

**EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE NA  
RESISTÊNCIA DE UNIÃO, ÂNGULO DE CONTATO,  
MORFOLOGIA E ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DE TENSÃO DE  
LAMINADOS ULTRAFINOS DE  
CERÂMICA REFORÇADA POR DISSILICATO DE LÍTIO**

2017

**LORENA CRISTINA BOGADO ESCOBAR**

**EFEITO DE DIFERENTES TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE NA RESISTÊNCIA  
DE UNIÃO, ÂNGULO DE CONTATO, MORFOLOGIA E ANÁLISE DA  
DISTRIBUIÇÃO DE TENSÃO DE LAMINADOS ULTRAFINOS DE  
CERÂMICA REFORÇADA POR DISSILICATO DE LÍTIO**

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

Orientadora: Profa. Dra. Maria Filomena Rocha Lima Huhtala

São José dos Campos

2017

## **BANCA EXAMINADORA**

**Profa. Dra. Maria Filomena Rocha Lima Huhtala** (Orientadora)

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Adj. Alexandre Luiz Souto Borges**

Universidade Estadual Paulista (Unesp)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

**Prof. Assoc. Marcelo Giannini**

Universidade de Campinas (UNICAMP)

Faculdade de Odontologia de Piracicaba

São José dos Campos, 30 de novembro de 2017.

## DEDICATÓRIA

*Aos meus filhos **Manuel, Alejandro e Lola**; vocês me deram o melhor diploma do mundo: ser sua mãe. Agradeço todos os dias por suas vidas e torço para que sejam felizes qualquer que seja o caminho que escolham. São minha maior riqueza e meu amor por vocês é infinito.*

*Ao meu querido marido **Clément**; sem teu apoio nada disso seria possível. Obrigada por estar sempre ao meu lado, por me acalmar e ter sempre as palavras certas que me ajudam a continuar meu caminho.*

*Amo vocês com todas minhas forças e meu coração!*

*“L'essentiel est invisible pour les yeux”*

*(O essencial é invisível aos olhos)*

**Antoine De Saint Exupery**

## AGRADECIMENTOS

À **Profa. Dra Maria Filomena Rocha Lima Huhtala**, minha querida orientadora, de quem tanto aprendi nesses dois anos. Minha gratidão é enorme por tudo que me proporcionou. Sua confiança no meu potencial me fez buscar o melhor que eu poderia oferecer dando liberdade a meu espírito inquieto. Sua forma serena, clara e simples de mostrar as coisas (até as mais complicadas), me ajudaram a crescer profissional e humanamente. Espero muito que meu empenho tenha atendido à suas expectativas. Serei sempre grata por todo o aprendizado a seu lado e sei que além de uma orientadora, ganhei uma amiga para o resto da vida. MUITO OBRIGADA!

Ao **Prof. Adj. Alexandre Luiz Souto Borges**, pela ajuda e predisposição que sempre teve para comigo. Com aquele sorriso e bom humor contagiante, fez que até o mais difícil se torne fácil de entender. Obrigada pelos conhecimentos, paciência, explicações e participação em parte deste projeto.

Ao **Prof. Eduardo Bresciani** em quem encontrei uma mão amiga, sempre predisposto e com muita paciência para elucidar nosso mundo de dúvidas. Muito obrigada pela ajuda toda e cada vez que precisei.

Aos queridos amigos e colegas de mestrado: **Pablo Benitez, Andrea Maselli, Rafael Rocha, Mariane Mailart e Sheila Mondragon**, conhecer vocês foi “mara”. Formamos um grupo de colegas e amigos com uma forte parceria, crescemos juntos nessa etapa de nossas vidas e muitas risadas fizeram mais fácil a caminhada. Levarei vocês no meu coração e vou sentir saudades de essa turma que aprendi a querer. Sucesso sempre!

Um agradecimento à minha família, em especial a minha mãe **Mabel** e meu pai **Juan**; que desde a distância torcem por mim e meus logros. A minha querida irmã **Belda**, que me apoia e ajuda incondicionalmente desde sempre. A meu irmão **Juanma** por desejar meu sucesso. A meus sobrinhos e sobrinhas: **Lucia, Tiago, Jazmin, Facundo e Federico** que tanto amo, e são meus filhos do coração. Obrigada criançada por tornar a vida mais louca, caótica e feliz.

À **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Unesp**, na pessoa do diretor do Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos

Campos, Prof. Dr. Estevão Tomomitsu Kimpara e da vice-diretora Profa. Dra. Rebeca de Nicoló.

Ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora**, na pessoa do coordenador Prof. Dr. Alexandre Luiz Souto Borges e também do vice-coordenador, Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves.

Ao **corpo docente do programa de Pós-graduação em Odontologia Restauradora**, em especial aos Professores da Especialidade de Dentística: Prof. Adj. Sérgio Eduardo de Paiva Gonçalves, Profa. Adj. Alessandra Buhler Borges, Prof. Adj. Eduardo Bresciani, Prof Adj. César Pucci, Profa. Dra. Taciana Canepelle, Prof. Dr. Clóvis Paganni, pelo convívio, conhecimento e experiências compartilhadas.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de mestrado.

As **secretárias e técnicas** do departamento de Odontologia Restauradora, em especial a **Josiane** e **Fernanda** por toda a colaboração ao longo desses anos.

Ao **Prof. Adjunto Marco Antonio Bottino** pelo apoio logístico dado que foi de suma importância durante nosso trabalho laboratorial.

À **João Paulo Mendes Tribst**, pela grande ajuda na realização do trabalho de análise por elementos finitos, sem seu auxílio não iria ser possível fazer essa parte do projeto.

À **Dra Thaís Cachuté Paradella** e **Marcio Marques** pela predisposição e ajuda prestada no laboratório de materiais dentários cada vez que precisei.

Aos **funcionários da seção de Pós-Graduação**: Sandra, Bruno e Ivan pela constante cooperação durante o curso.

E a todos e cada um que, neste período da minha vida de mestrado, contribuiu de alguma ou outra forma com minha formação e na execução deste trabalho, minha sincera gratidão.

*"A mente que se abre a uma nova ideia  
jamais volta ao seu tamanho original"*

**Albert Einstein**



## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>9</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>13</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>15</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1 Facetas convencionais x laminados.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2 Tratamento de superfície e resistência de união.....</b>	<b>24</b>
<b>2.3 Método de análise por elementos finitos .....</b>	<b>30</b>
<b>3 PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>3.1 Objetivo geral.....</b>	<b>36</b>
<b>3.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>36</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1 Delinamento experimental .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.1 Unidades experimentais .....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.2 Fatores em estudo.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.3 Variáveis de resposta.....</b>	<b>37</b>
<b>4.1.4 Metodologias.....</b>	<b>37</b>
<b>4.2 Material .....</b>	<b>38</b>
<b>4.3 Método.....</b>	<b>39</b>
<b>4.3.1 Preparo dos espécimes .....</b>	<b>39</b>
<b>4.3.2 Distribuição dos espécimes nos grupos a serem testados.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3.3 Tratamento de superfície .....</b>	<b>44</b>
<b>4.3.4 Delimitação da área adesiva e procedimento adesivo .....</b>	<b>45</b>
<b>4.3.5 Ensaio de resistência de união ao microcisalhamento.....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.6 Análise das fraturas .....</b>	<b>50</b>
<b>4.3.7 Mensuração do ângulo de contato.....</b>	<b>52</b>
<b>4.3.8 Análise morfológica da superfície com MEV .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.9 Análise morfológica da superfície com MFA .....</b>	<b>54</b>

4.3.10	Análise estatística .....	54
4.3.11	Hipóteses de nulidade testadas .....	55
4.4	Análise pelo método de elementos finitos .....	55
4.4.1	Distribuição dos grupos estudados em análise 3D .....	56
4.4.2	Hipóteses de nulidade testadas .....	56
4.4.3	Modelagem geométrica .....	57
4.4.4	Confecção da malha .....	59
4.4.5	Condições de contorno e carregamento .....	60
4.4.6	Propriedades mecânicas .....	62
4.4.7	Análise dos resultados .....	62
5	RESULTADO .....	63
5.1	Resistência de união ao microcisalhamento .....	63
5.2	Análise fractográfica .....	64
5.3	Goniometria .....	64
5.4	Microscopia eletrônica de varredura .....	66
5.5	Microscopia de força atômica .....	66
5.6	Resultados de análise por elementos finitos .....	69
6	DISCUSSÃO .....	74
6.1	Resistência de união ao microcisalhamento .....	74
6.2	Ângulo de contato e energia de superfície .....	78
6.3	Morfologia e topografia de superfície .....	80
6.4	Análise por elementos finitos .....	81
6.5	Relavância clínica .....	85
6.6	Limitações do estudo .....	85
7	CONCLUSÃO .....	87
	REFERÊNCIAS .....	88

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Blocos cerâmicos de dissilicato de lítio .....	40
Figura 2 - Secção dos espécimes cerâmicos .....	40
Figura 3 - Polimento dos espécimes cerâmicos .....	41
Figura 4 - Cristalização dos espécimes cerâmicos.....	42
Figura 5 - Espécimes cerâmicos finais .....	42
Figura 6 - Embutimento dos espécimes .....	43
Figura 7 - Espécimes cerâmicos embutidos .....	43
Figura 8 - Divisão dos grupos testados .....	44
Figura 9 - Tratamento da superfície cerâmica com ácido fluorídrico .....	46
Figura 10 - Tratamento da superfície cerâmica com Monobond Etch and Prime .....	46
Figura 11 - Delimitação da área adesiva .....	47
Figura 12 - Dispositivo para corte das matrizes de macarrão.....	48
Figura 13 - Confecção dos cilindros de cimento resinoso .....	49
Figura 14 - Cilindros de cimento resinoso confeccionados.....	49
Figura 15 - Ensaio mecânico de resistência de união .....	51
Figura 16 - Representação esquemática da classificação dos tipos de fraturas .....	51
Figura 17 - Imagens captadas pelo software do goniômetro .....	53
Figura 18 - Modelagem geométrica 3D do incisivo central superior .....	58
Figura 19 - Confecção da malha dos modelos .....	60

Figura 20 - Fixação do modelo .....	61
Figura 21 - Aplicação da força no modelo .....	61
Figura 22 - Classificação do padrão de fraturas .....	64
Figura 23 – Imagens representativas por MEV da superfície cerâmica de dissilicato de lítio .....	67
Figura 24 – Imagens representativas por MFA da superfície cerâmica de dissilicato de lítio com áreas de varreduras de 10 µm x 10 µm e visualização bi (esquerda) e tridimensional (direita) .....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Material utilizado nos experimentos .....	38
Quadro 2 - Distribuição dos grupos estudados em análise por elementos finitos .....	56
Quadro 3 - Modelagem dos grupos experimentais.....	59
Quadro 4 - Propriedades físicas dos materiais utilizados.....	62
Quadro 5 - Análise comparativa da distribuição de tensão no conjunto dente/laminado. Vista vestibular.....	69
Quadro 6 - Análise comparativa da distribuição de tensão no conjunto dente/laminado. Vista lateral .....	70
Quadro 7 - Análise comparativa da distribuição de tensão nos esmalte. Vista vestibular .....	71
Quadro 8 - Análise comparativa da distribuição de tensão nos laminados. Vista vestibular e palatina.....	72
Quadro 9– Análise comparativa da distribuição de tensão nos laminados. Vista lateral.....	73

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão de resistência de união em MPa .....	63
Tabela 2 – Teste t de Student para dados de resistência de união .....	63
Tabela 3 - Média e desvio padrão de ângulo de contato e energia de superfície.....	65
Tabela 4 - Análise de variância para os dados de ângulo de contato .....	65
Tabela 5 - Resultados do teste Tukey para ângulo de contato e energia de superfície .....	65
Tabela 6 – Valores de parâmetros de rugosidade medidos com microscópio de força atômica .....	66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
ANOVA	Análise de variância
BisGMA	Bisfenol Glicidil Metacrilato
CAD	Desenho auxiliado por computador
Er: YAG	Érbio: Ítrio-Alumínio-Granada
FEA	Análise por elementos finitos (Finite Element Analysis)
HF	Ácido hidrófluorídrico (Hydrofluoric Acid)
HT	Alta translucidez (High Translucency)
LASER	Amplificação de luz por emissão estimulada de radiação
LED	Luz emitida por diodo
MDP	Monômeros Fosfatados
MEF	Modelo de elementos finitos
MEV	Microscopia Eletrônica de Varredura
MFA	Microscopia de Força Atômica
n	Tamanho da amostra
Nd: YAG	Neodímio: Ítrio-Alumínio-Granada
PVC	Polivinil cloreto
μSBS	Resistência de união ao microcisalhamento

Escobar LCB. Efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união, ângulo de contato, morfologia e análise da distribuição de tensão de laminados ultrafinos de cerâmica reforçada por dissilicato de lítio [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2017.

## RESUMO

Laminados cerâmicos são utilizados em tratamentos conservadores para restabelecer estética e função com mínimo desgaste da estrutura dental. O objetivo deste estudo foi avaliar, *in vitro*, o efeito de dois tratamentos de superfície em espécimes cerâmicos ultrafinos de dissilicato de lítio na resistência de união com o cimento resinoso. Laminas ultrafinas de cerâmica (14 X 12 X 0,3 mm) foram distribuídas aleatoriamente em dois grupos (n=20) de acordo com o tratamento de superfície: ácido hidrófluorídrico 5% durante 20 s e silano (**HF**) e Monobond Etch & Prime (Ivoclar, Vivadent) por 60 s (**MEP**). Dois cilindros de cimento resinoso foram confeccionados utilizando matrizes cilíndricas. Após 24 h de armazenamento, os espécimes foram submetidos ao ensaio mecânico de microcisalhamento (1 mm/min) e o modo de falha foi estabelecido. Dados de resistência de união foram analisados pelo teste t de Student ( $\alpha=0.05$ ). O ângulo de contato foi determinado. Análise morfológica das superfícies cerâmicas por meio de microscopia de força atômica e eletrônica de varredura foi realizada. Através de análise por elementos finitos foi estudada a distribuição de tensão em incisivos centrais superiores restaurados com laminados cerâmicos ultrafinos de dissilicato de lítio (0,3 mm). O modelo tridimensional foi elaborado no software Rhinoceros e exportado para software de análise Ansys. Foram modelados e analisados 04 grupos sob duas condições: desgaste ou não de esmalte e tipo de preparo. Foi aplicada uma carga de 100 N e a tensão gerada analisada pelo critério de Tensão Máxima Principal. Não houve diferença estatística nos valores de resistência de união entre o grupo HF e MEP ( $p=0,117$ ). O ângulo de contato foi influenciado pelo tratamento de superfície ( $p=0,001$ ); espécimes sem tratamento de superfície tiveram o maior ângulo de contato ( $65, 37^\circ$ ) entanto que o grupo HF exibiu o menor ângulo de contato ( $33,80^\circ$ ). A análise morfológica mostrou que o condicionamento da superfície com HF foi mais obvio mostrando poros, irregularidades e maior rugosidade em comparação com o condicionamento com MEP. A análise por elementos finitos mostrou que o grupo com laminado cerâmico cimentado sobre o esmalte sem preparo apresentou as menores concentrações de tensão tanto no esmalte como no laminado. Laminados cimentados sobre esmalte preparado mostraram concentração de tensão na interface dente/laminado. O Monobond Etch & Prime se mostrou estatisticamente equivalente ao ácido fluorídrico e silano em termos de resistência de união. Laminados cerâmicos ultrafinos cimentados sobre esmalte hígido geram menos tensão na superfície do dente e laminado. Laminados cerâmicos cimentados sobre esmalte preparado não provocam concentração de tensão adicional no esmalte.

Palavras-chave: Laminados. Lentes de contato. Cerâmica. Dissilicato de lítio. Resistência de união. Microcisalhamento. Análise por elementos finitos. Ângulo de contato. Análise de tensão.



Escobar LCB. *Effect of different surface treatments on bond strength, contact angle, morphology and analysis of stress distribution in ultrathin lithium disilicate ceramic laminate veneers [dissertation].* São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2017.

## **ABSTRACT**

Laminate veneers are becoming a technique used in the conservative treatments by the ability to restore aesthetics and function. This study aimed to evaluate, *in vitro*, the effect of two surface treatments on ultrathin lithium disilicate specimens in bond strength between treated ceramics and resin cement. Ceramic ultrathin laminates (12 X 14 X 0.3 mm) were obtained and randomly distributed into two groups (n=20) according to the surface treatment: 5% hydrofluoric acid for 20 s and silane (**HF**) and Monobond Etch & Prime (Ivoclar, Vivadent) for 60 s (**MEP**). Two resin cement cylinders were made using cylindrical matrices. After 24 h storage, microshear bond strength tests were performed in a universal testing machine (1 mm/min) and failure mode was analyzed. Bond strength data were submitted to Student's t-test ( $\alpha=0.05$ ). The contact angle was measured. Micromorphological analyses of representatives specimens were also performed (atomic force and scanning electron microscopy). Finite element analysis studied the distribution of stress in maxillary central incisors restored with ultrathin laminate veneers of lithium disilicate (0.3 mm). 3D model was elaborated in CAD Rhinoceros® software and exported to analysis software Ansys®. Four groups were modeled and analyzed under two experimental conditions: wear or non-enamel and type of preparation. A load of 100 N was applied at the palatal face. The stress was analyzed by Maximum Principal Stress criteria. Microshear bond strength values showed that HF group was not statistically different from MEP group ( $p=0.117$ ). Microshear bond strength values showed that HF group was not statistically different from MEP group ( $p=0.117$ ). Contact angle was influenced by surface treatments ( $p=0.001$ ); specimens without surface treatment had the highest contact angle (65.37°) whereas HF group exhibited the lowest contact angle (33.80°). Surface morphological evaluation showed that hydrofluoric acid etching promoted a more obvious surface pattern regarding pores and irregularities with higher surface roughness in comparison to self-etching glass ceramic primer. Finite element analysis showed that laminates without enamel prepared generated the lowest stress in the enamel and in the laminate. Laminates with enamel prepared showed the stress concentration in the finishing lines of preparation in the tooth/laminate interface. Monobond Etch & Prime obtained statistically equivalent results in terms of bond strength to hydrofluoric acid and silane. Ultrathin laminate veneer cemented over sound enamel generate less stress on the surface of the tooth and laminate. Laminates veneers on prepared enamel do not cause additional tension in the tooth structure.

**Keywords:** Laminates veneers. Contact lens. Lithium disilicate. Bond strength. Microshear bond strength. Finite element analysis. Contact angle. Stress analysis.

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia Restauradora atual preconiza uma filosofia conservadora no propósito de devolver função e estética ao paciente com mínimo desgaste e máxima preservação da estrutura dental. A utilização de laminados cerâmicos são uma opção de tratamento que vêm se tornando cada vez mais popular entre profissionais da saúde bucal (Vanlioglu, Kulak-Ozkan, 2014).

Hoje, fala-se muito em “lentes de contato”, denominação dada às facetas ultrafinas, que trazem a possibilidade de restaurar a estrutura dental com mínimo desgaste ou ainda, sem desgaste algum (Farias-Neto et al., 2015). Laminados com espessura entre 0,3 a 0,5 mm são uma interessante opção clínica, que oferecem durabilidade e uma estética natural (Radz, 2011).

Com a grande evolução das técnicas e materiais restauradores, atualmente é possível a confecção de peças cerâmicas de espessuras reduzidas, com desenhos de preparos diferentes dos métodos clássicos convencionais. Graças ao aperfeiçoamento dos sistemas cerâmicos e dos protocolos para cimentação adesiva, os procedimentos restauradores indiretos ganharam espaço em tratamentos que antes só poderiam ser realizados com procedimentos restauradores diretos ou restaurações indiretas mais invasivas (Spear, Holloway, 2008; Fradeani et al., 2016).

A cerâmica vítrea reforçada com dissilicato de lítio, é um material que permite criar restaurações cerâmicas com pouca espessura e grande resistência. Esses materiais foram desenvolvidos para suprir as deficiências das cerâmicas feldspáticas convencionais em relação às propriedades mecânicas, conservando as características estéticas que consagraram seu uso (Guess et al., 2011).

A resistência à flexão da cerâmica de dissilicato de lítio encontra-se num valor aproximado de 400 MPa, enquanto das cerâmicas feldspáticas não ultrapassam 120 MPa (Oliva et al., 2009). Baixos índice de fratura e alta taxas de sucesso clínico são vantagens que vem apresentando o dissilicato de lítio, tornando-o adequado para a fabricação de restaurações com espessura mínima (Simeone, Gracis, 2015; Sulaiman et al., 2015; Yu et al., 2016).

Por ser preparos conservadores; os laminados cerâmicos não apresentam retenção mecânica, de tal modo que, a utilização de uma cimentação adesiva é

indispensável como parte do tratamento restaurador. A superfície interna da restauração cerâmica deve ser preparada e condicionada com a finalidade de otimizar e melhorar a união micromecânica e/ou química entre a cerâmica e o cimento resinoso a ser utilizado. A união do cimento resinoso à estrutura dentária é reforçada pelo condicionamento ácido do esmalte/dentina e o uso de um sistema adesivo (Tian et al., 2014; Rojpaibool, Leevailoj, 2015).

Muitos métodos de tratamento de superfície foram propostos para alcançar uma melhor adesão entre os cimentos resinosos e as superfícies cerâmicas. O método mais recomendado na literatura para tratamento de vitrocerâmicas é a utilização do ácido fluorídrico e posterior aplicação de silano. O ácido fluorídrico cria uma superfície retentiva para união micromecânica através da dissolução da fase vítrea, e o silano aplicado melhora a molhabilidade da superfície, promovendo a ligação entre a resina e a cerâmica (Della Bona et al., 2004; Torres et al., 2009; Yavuz et al., 2015).

Porém, o uso do ácido fluorídrico tem sido questionado porque é um produto venenoso e cáustico que representa potencial perigo para a saúde devido à sua toxicidade e volatilidade, especialmente quando entra em contato com a pele desprotegida. Este é um problema enorme para a realização de reparos intrabucais de cerâmica. Portanto, o uso de HF em baixas concentrações ou a eliminação desta etapa pode ser considerado vantajoso não só em termos de saúde dos pacientes, mas também especialmente para os clínicos (Bertolini, 1992; Ozcan et al., 2012; Schwerin, Gossman, 2017).

Buscando alternativas ao uso do ácido fluorídrico; outros métodos de tratamento da superfície cerâmica foram desenvolvidos; dentre os quais se destacam o jateamento da superfície com partículas de óxido de alumínio, aplicação do agente de irradiação com lasers de alta potência e tratamento com plasma não térmico (Kara et al., 2012; Yavuz et al., 2015; Dos Santos et al., 2016).

Surgiu assim, recentemente no mercado o primeiro primer cerâmico de passo único (Monobond Etch & Prime), que permite o condicionamento e a silanização das superfícies vitrocerâmicas em um único passo de trabalho, com a proposta de redução do tempo de tratamento das restaurações cerâmicas além de oferecer uma união eficaz e duradoura. O principal componente desse novo produto é o polifluoreto de amônio que atua reagindo com a fase vítrea da cerâmica criando

microretenções, limpando e ativando a superfície. Dentro do frasco do produto está também presente o silano que vai gerar a união orgânica / inorgânica (Siqueira FS et al., 2016; Ivoclar Vivadent, 2017; Roman-Rodriguez et al., 2017).

O conjunto dente/cerâmica uma vez em função, deverá suportar forças, tensões e deformações. Sendo assim, tanto o dente como a restauração devem ser capazes de suportar as tensões causadas pelas forças mastigatórias (Taskonak et al., 2004). Com o intuito de avaliar as tensões geradas e sua distribuição, várias metodologias foram desenvolvidas tais como holografias, fotoelasticidade, modelos matemáticos analíticos, análises experimentais em humanos e/ou animais e análise de elementos finitos (Goldstein et al., 1992; Bosso et al., 2015).

Na Odontologia os métodos convencionais para medir tensões podem ser questionáveis devido à incapacidade de criar modelos semelhantes à estrutura dentária pela diversidade de substâncias que compõem os dentes e à irregularidade de seu entorno além de necessitar de laboratórios bem equipados e instrumentos específicos, dificultando a realização do experimento e aumentando seu custo (Trivedi, 2014).

O Modelo por Elementos Finitos (MEF) constitui uma ferramenta de amplo uso nas engenharias, que permite, em computador, simular condições específicas de um material e/ou estrutura e determinar sua resposta para determinadas condições. Esse método é extremamente útil para indicar aspectos mecânicos de biomateriais e tecidos humanos que dificilmente poderiam ser medidos *in vivo*. Permite a determinação do estresse e tensão resultante de forças externas, pressão, mudanças térmicas e outros fatores (Poiate et al., 2008).

O MEF vem sendo aplicado em diversas especialidades da odontologia: ortodontia, implantodontia, prótese, endodontia (Hussein, Rabie, 2015; Singh et al., 2016). Ele pode ser considerado um método abrangente capaz de estabelecer a distribuição de tensão encontrada em sistemas dentários (SrIREkha, Bashetty, 2010).

Portanto, baseado nas considerações apresentadas, torna-se relevante investigar o comportamento das propriedades adesivas, especificamente a resistência de união ao microcislamento de laminados cerâmicos ultrafinos de dissilicato de lítio submetidos a diferentes tratamentos de superfície; assim como também avaliar através de análise por elementos finitos a distribuição de tensões em dentes restaurados com esses laminados, na tentativa de prever seu sucesso.

## 7 CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, de acordo com as hipóteses testadas podem ser extraídas as seguintes conclusões:

1. O tratamento de superfície de cerâmicas vítreas de dissilicato de lítio de espessura ultrafina com Monobond Etch & Prime mostrou resultados estatisticamente equivalentes em termos de resistência de união ao tratamento com ácido fluorídrico e silano.

2. O ângulo de contato foi influenciado pelos tratamentos de superfície; espécimes sem tratamento de superfície tiveram o maior valor de ângulo de contato enquanto que o grupo tratado com ácido fluorídrico mostrou o menor valor de ângulo de contato e maior energia de superfície.

3. A análise por elementos finitos mostrou que laminados cimentados sobre o esmalte sem desgaste geram menores tensões no esmalte e no laminado. Laminados cimentados sobre esmalte preparado apresentam concentração de tensão na interface dente/laminado. O esmalte hígido mostra maior concentração de tensão na sua superfície quando não se encontra recoberto com laminados. Não foi encontrada concentração de tensão adicional em laminados com redução e recobrimento incisal.

## REFERÊNCIAS\*

Amaral R, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Resin bonding to a feldspathic ceramic after different ceramic surface conditioning methods: evaluation of contact angle, surface pH, and microtensile bond strength durability. *J Adhes Dent*. 2011 Dec;13(6):551-60. doi: 10.3290/j.jad.a19815. Pubmed PMID: 21246072

Ansari ZJ, Sadr A, Moezizadeh M, Aminian R, Ghasemi A, Shimada Y, et al. Effects of one-year storage in water on bond strength of self-etching adhesives to enamel and dentin. *Dent Mater J*. 2008 Mar;27(2):266-72. Pubmed PMID: 18540402

Ausiello P, Apicella A, Davidson CL, Rengo S. 3D-finite element analyses of cusp movements in a human upper premolar, restored with adhesive resin-based composites. *J Biomech*. 2001 Oct;34(10):1269-77. Pubmed PMID: 11522306

Bergoli CD, Meira JB, Valandro LF, Bottino MA. Survival rate, load to fracture, and finite element analysis of incisors and canines restored with ceramic veneers having varied preparation design. *Oper Dent*. 2014 Sep-Oct;39(5):530-40. doi: 10.2341/13-179. Pubmed PMID: 24502754

Bertolini JC. Hydrofluoric acid: a review of toxicity. *J Emerg Med*. 1992 Mar-Apr;10(2):163-8. Pubmed PMID: 1607623

Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2003 Mar;89(3):268-74. doi: 10.1067/mpr.2003.50. Pubmed PMID: 12644802

Bosso K, Gonini Junior A, Guiraldo RD, Berger SB, Lopes MB. Stress generated by customized glass fiber posts and other types by photoelastic analysis. *Braz Dent J*. 2015 May-Jun;26(3):222-7. doi: 10.1590/0103-6440201300256. Pubmed PMID: 26200144

Castelnuovo J, Tjan AH, Phillips K, Nicholls JI, Kois JC. Fracture load and mode of failure of ceramic veneers with different preparations. *J Prosthet Dent*. 2000 Feb;83(2):171-80. Pubmed PMID: 10668029

Celebi AT, Icer E, Eren MM, Baykasoglu C, Mugan A, Yildiz E. Thermal-stress analysis of ceramic laminate veneer restorations with different incisal preparations using micro-computed tomography-based 3D finite element models. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2017 Jul 27;75:302-13. doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.07.039. Pubmed PMID: 28768230

Chander NG, Padmanabhan TV. Finite element stress analysis of diastema closure with ceramic laminate veneers. *J Prosthodont*. 2009 Oct;18(7):577-81. doi: 10.1111/j.1532-849X.2009.00490.x . Pubmed PMID: 19523026

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [atualizado 04 nov 2015; acesso em 25 jun 2017]. U.S. National Library of Medicine; [about 6 p.]. Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Della Bona A, Anusavice KJ, Mecholsky JJ Jr. Failure analysis of resin composite bonded to ceramic. *Dent Mater.* 2003 Dec;19(8):693-9. Pubmed PMID: 14511726

Della Bona A, Shen C, Anusavice KJ. Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic. *Dent Mater.* 2004 May;20(4):338-44. doi: 10.1016/s0109-5641(03)00126-x .Pubmed PMID: 15019447

Dos Santos DM, da Silva EV, Vechiato-Filho AJ, Cesar PF, Rangel EC, da Cruz NC, et al. Aging effect of atmospheric air on lithium disilicate ceramic after nonthermal plasma treatment. *J Prosthet Dent.* 2016 Jun;115(6):780-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.11.008. Pubmed PMID: 26803181

El-Damanhoury HM, Gaintantzopoulou MD. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: etching efficacy and bonding performance. *J Prosthodont Res.* 2017 Jun 23. doi: 10.1016/j.jpor.2017.06.002. Pubmed PMID: 28651905

Farah JW, Craig RG, Meroueh KA. Finite element analysis of three- and four-unit bridges. *J Oral Rehabil.* 1989 Nov;16(6):603-11. Pubmed PMID: 2689617

Farias-Neto A, Gomes EM, Sanchez-Ayala A, Vilanova LS. Esthetic rehabilitation of the smile with no-prep porcelain laminates and partial veneers. *Case Rep Dent.* 2015;2015:452765. doi: 10.1155/2015/452765. Pubmed PMID: 26568893

Fradeani M, Barducci G, Bacherini L. Esthetic rehabilitation of a worn dentition with a minimally invasive prosthetic procedure (MIPP). *Int J Esthet Dent.* 2016 Spring;11(1):16-35. Pubmed PMID: 26835522

Friedman MJ. A 15-year review of porcelain veneer failure a clinician's observations. *Compend Contin Educ Dent.* 1998 Jun;19(6):625-8, 30, 32 passim; quiz 38. Pubmed PMID: 9693518

Goldstein GR, Wesson A, Schweitzer K, Cutler B. Flexion characteristics of four-unit fixed partial denture frameworks using holographic interferometry. *J Prosthet Dent.* 1992 May;67(5):609-13. Pubmed PMID: 1356156

Guess PC, Schultheis S, Bonfante EA, Coelho PG, Ferencz JL, Silva NR. All-ceramic systems: laboratory and clinical performance. *Dent Clin North Am.* 2011 Apr;55(2):333-52, ix. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.005. Pubmed PMID: 21473997

Gurel G, Sesma N, Calamita MA, Coachman C, Morimoto S. Influence of enamel preservation on failure rates of porcelain laminate veneers. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013 2013 Jan-Feb;33(1):31-9. Pubmed PMID: 23342345

Hahn P, Gustav M, Hellwig E. An in vitro assessment of the strength of porcelain veneers dependent on tooth preparation. *J Oral Rehabil.* 2000 Dec;27(12):1024-9. Pubmed PMID: 11251771

Hooshmand T, Parvizi S, Keshvad A. Effect of surface acid etching on the biaxial flexural strength of two hot-pressed glass ceramics. *J Prosthodont.* 2008 Jul;17(5):415-9. doi: 10.1111/j.1532-849X.2008.00319.x. Pubmed PMID: 18482364

Ho, G.M.; Matinlinna, J.P. Insights on ceramics as dental materials. Part II: Chemical surface treatments. *Silicon* 2011, 3, 117–123. <http://dx.doi.org/10.1007/s12633-011-9079-6>

Hussein MO, Rabie ME. Three-Dimensional Nonlinear Contact Finite Element Analysis of Mandibular All-on-4 Design. *J Oral Implantol.* 2015 Apr;41(2):e12-8. doi: 10.1563/aaid-joi-d-13-00121. Pubmed PMID: 24032471

Ishikawa A, Shimada Y, Foxton RM, Tagami J. Micro-tensile and micro-shear bond strengths of current self-etch adhesives to enamel and dentin. *Am J Dent.* 2007 Jun;20(3):161-6. Pubmed PMID: 17672257

Ivoclar Vivadent. [Internet]. Barueri (SP): Ivoclar Vivadent Ltda; 2017. [acesso em 2017 Mar 26; aproximadamente 3 p]. Disponível em: <http://www.ivoclarvivadent.com.br/productcategories/protese-fixa-laboratorios/colocacao/monobond-etch-prime>

Kalavacharla VK, Lawson NC, Ramp LC, Burgess JO. Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Oper Dent.* 2015 Jul-Aug;40(4):372-8. doi: 10.2341/14-116-l. Pubmed PMID: 25535784

Kara HB, Dilber E, Koc O, Ozturk AN, Bulbul M. Effect of different surface treatments on roughness of IPS Empress 2 ceramic. *Lasers Med Sci.* 2012 Mar;27(2):267-72. doi: 10.1007/s10103-010-0860-3 .Pubmed PMID: 21110057

Ko CC, Chu CS, Chung KH, Lee MC. Effects of posts on dentin stress distribution in pulpless teeth. *J Prosthet Dent.* 1992 Sep;68(3):421-7. Pubmed PMID: 1432755

Li Z, Yang Z, Zuo L, Meng Y. A three-dimensional finite element study on anterior laminate veneers with different incisal preparations. *J Prosthet Dent.* 2014 Aug;112(2):325-33. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.09.023 Pubmed PMID: 24513425

Lise DP, Perdigao J, Van Ende A, Zidan O, Lopes GC. Microshear bond strength of resin cements to lithium disilicate substrates as a function of surface preparation. *Oper Dent.* 2015 Sep-Oct;40(5):524-32. doi: 10.2341/14-240-l. Pubmed PMID: 2574821

Lung CY, Matinlinna JP. Aspects of silane coupling agents and surface conditioning in dentistry: an overview. *Dent Mater.* 2012 May;28(5):467-77. doi: 10.1016/j.dental.2012.02.009. Pubmed PMID: 22425571

Magne P, Douglas WH. Design optimization and evolution of bonded ceramics for the anterior dentition: a finite-element analysis. *Quintessence Int.* 1999 Oct;30(10):661-72. Pubmed PMID: 10765850

Magne P, Versluis A, Douglas WH. Rationalization of incisor shape: experimental-numerical analysis. *J Prosthet Dent.* 1999 Mar;81(3):345-55. Pubmed PMID: 10050124



- Magne P, Belser UC. Porcelain versus composite inlays/onlays: effects of mechanical loads on stress distribution, adhesion, and crown flexure. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2003 Dec;23(6):543-55. Pubmed PMID: 14703758
- Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: a review. *Dent Mater*. 2017 Sep 29. doi: 10.1016/j.dental.2017.09.002. Pubmed PMID: 28969848
- Meng XF, Yoshida K, Gu N. Chemical adhesion rather than mechanical retention enhances resin bond durability of a dental glass-ceramic with leucite crystallites. *Biomed Mater*. 2010 Aug;5(4):044101. doi: 10.1088/1748-6041/5/4/044101. Pubmed PMID: 20683131
- Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. Main clinical outcomes of feldspathic porcelain and glass-ceramic laminate veneers: a systematic review and meta-analysis of survival and complication rates. *Int J Prosthodont*. 2016 Jan-Feb;29(1):38-49. doi: 10.11607/ijp.4315. Pubmed PMID: 26757327
- Nakazato T, Takahashi H, Yamamoto M, Nishimura F, Kurosaki N. Effect of polishing on cyclic fatigue strength of CAD/CAM ceramics. *Dent Mater J*. 1999 Dec;18(4):395-402. Pubmed PMID: 10786160
- Nishioka RS, de Vasconcellos LG, Joias RP, Rode S de M. Load-application devices: a comparative strain gauge analysis. *Braz Dent J*. 2015 May-Jun;26(3):258-62. doi: 10.1590/0103-6440201300321. Pubmed PMID: 26200149
- Nordbo H, Rygh-Thoresen N, Henaug T. Clinical performance of porcelain laminate veneers without incisal overlapping: 3-year results. *J Dent*. 1994 Dec;22(6):342-5. Pubmed PMID: 7844261
- Oliva EA, Chaves CAL, Medeiros FRM, Cruz CAS. Resistência à flexão de porcelanas feldspáticas convencionais processadas por injeção. *Rev Odontol UNESP.*, 2009;38(5):318-23.
- Oono K, Omura Y, Uehara K, Teramura T, Nemoto H, Murata Y, et al. [Stress analysis of porcelain laminate veneers. (1)]. *Nichidai Koko Kagaku*. 1990 Jun;16(2):294-301. Japanese. Pubmed PMID: 2135615
- Ozcan M, Allahbeickaraghi A, Dundar M. Possible hazardous effects of hydrofluoric acid and recommendations for treatment approach: a review. *Clin Oral Investig*. 2012 Feb;16(1):15-23. doi: 10.1007/s00784-011-0636-6. Pubmed PMID: 22065247
- Ozcan M, Vallittu PK. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dent Mater*. 2003 Dec;19(8):725-31. Pubmed PMID: 14511730
- Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000 Mar;28(3):163-77. Pubmed PMID: 10709338

Peumans M, De Munck J, Fieuws S, Lambrechts P, Vanherle G, Van Meerbeek B. A prospective ten-year clinical trial of porcelain veneers. *J Adhes Dent*. 2004 Spring;6(1):65-76. Pubmed PMID: 15119590

Phoenix RD, Shen C. Characterization of treated porcelain surfaces via dynamic contact angle analysis. *Int J Prosthodont*. 1995 Mar-Apr;8(2):187-94. Pubmed PMID: 7575970

Pincus CR. Building mouth personality. *J South Calif Dent Assoc*. 1938;14:125-9.

Poiate IA, Vasconcellos AB, Andueza A, Pola IR, Poiate E, Jr. Three dimensional finite element analyses of oral structures by computerized tomography. *J Biosci Bioeng*. 2008 Dec;106(6):606-9. doi: 10.1263/jbb.106.606. Pubmed PMID: 19134560

Prochnow C, Venturini AB, Grasel R, Bottino MC, Valandro LF. Effect of etching with distinct hydrofluoric acid concentrations on the flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2017 May;105(4):885-91. doi: 10.1002/jbm.b.33619. Pubmed PMID: 26849080

Puppin-Rontani J, Sundfeld D, Costa AR, Correr AB, Puppin-Rontani RM, Borges GA, et al. Effect of hydrofluoric acid concentration and etching time on bond strength to lithium disilicate glass ceramic. *Oper Dent*. 2017. doi: 10.2341/16-215-L

Radz GM. Minimum thickness anterior porcelain restorations. *Dent Clin North Am*. 2011 Apr;55(2):353-70, ix. doi: 10.1016/j.cden.2011.01.006. Pubmed PMID: 21473998

Ramakrishnaiah R, Alkheraif AA, Divakar DD, Matinlinna JP, Vallittu PK. The effect of hydrofluoric acid etching duration on the surface micromorphology, roughness, and wettability of dental ceramics. *Int J Mol Sci*. 2016;17(6). doi: 10.3390/ijms17060822. Pubmed PMID: 27240353

Rojpaibool T, Leevailoj C. Fracture resistance of lithium disilicate ceramics bonded to enamel or dentin using different resin cement types and film thicknesses. *J Prosthodont*. 2015 Oct 27. doi: 10.1111/jopr.12372. Pubmed PMID: 26505488

Roman-Rodriguez JL, Perez-Barquero JA, Gonzalez-Angulo E, Fons-Font A, Bustos-Salvador JL. Bonding to silicate ceramics: conventional technique compared with a simplified technique. *J Clin Exp Dent*. 2017 Mar;9(3):e384-e6. doi: 10.4317/jced.53570. Pubmed PMID: 28298979

Sattabanasuk V, Charnchairerk P, Punsukumtana L, Burrow MF. Effects of mechanical and chemical surface treatments on the resin-glass ceramic adhesion properties. *J Investig Clin Dent*. 2017 Aug;8(3). doi: 10.1111/jicd.12220. Pubmed PMID: 27282642

Scherrer SS, Cesar PF, Swain MV. Direct comparison of the bond strength results of the different test methods: a critical literature review. *Dent Mater*. 2010 Feb;26(2):e78-93. doi: 10.1016/j.dental.2009.12.002. Pubmed PMID: 20060160

Schmidt KK, Chiayabutr Y, Phillips KM, Kois JC. Influence of preparation design and existing condition of tooth structure on load to failure of ceramic laminate veneers. *J Prosthet Dent*. 2011 Jun;105(6):374-82. doi: 10.1016/s0022-3913(11)60077-2. Pubmed PMID: 21640238

Schwerin DL, Gossman WG. Burns, hydrofluoric acid. *StatPearls [Internet]*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2017 [acesso em 2017 Jun 12]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441829/> Pubmed PMID: 28722859

Shimaoka AM, de Andrade AP, Cardoso MV, de Carvalho RC. The importance of adhesive area delimitation in a microshear bond strength experimental design. *J Adhes Dent*. 2011 Aug;13(4):307-14. doi: 10.3290/j.jad.a19819. Pubmed PMID: 21246068

Simeone P, Gracis S. Eleven-year retrospective survival study of 275 veneered lithium disilicate single crowns. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2015 Sep-Oct;35(5):685-94. doi: 10.11607/prd.2150. Pubmed PMID: 26357698

Singh JR, Kambalyal P, Jain M, Khandelwal P. Revolution in orthodontics: finite element analysis. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016 Mar-Apr;6(2):110-4. doi: 10.4103/2231-0762.178743. Pubmed PMID: 27114948

Siqueira FS, Alessi RS, Cardenas AF, Kose C, Souza Pinto SC, Bandeca MC, et al. New Single-bottle Ceramic Primer: 6-month Case Report and Laboratory Performance. *J Contemp Dent Pract*. 2016 Dec 01;17(12):1033-9. Pubmed PMID: 27965493

Sorensen JA, Cruz M, Mito WT, Raffainer O, Meredith HR, Foser HP. A clinical investigation on three-unit fixed partial dentures fabricated with a lithium disilicate glass-ceramic. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1999 Jan-Feb;11(1):95-106; quiz 8. Pubmed PMID: 10218055

Spear F, Holloway J. Which all-ceramic system is optimal for anterior esthetics? *J Am Dent Assoc*. 2008 Sep;139 Suppl:19s-24s. Pubmed PMID: 18768905

Srirekha A, Bashetty K. Infinite to finite: an overview of finite element analysis. *Indian J Dent Res*. 2010 Jul-Sep;21(3):425-32. doi: 10.4103/0970-9290.70813. Pubmed PMID: 20930357

Sulaiman TA, Delgado AJ, Donovan TE. Survival rate of lithium disilicate restorations at 4 years: A retrospective study. *J Prosthet Dent*. 2015 Sep;114(3):364-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.011. Pubmed PMID: 26050028

Taskonak B, Anusavice KJ, Mecholsky JJ, Jr. Role of investment interaction layer on strength and toughness of ceramic laminates. *Dent Mater*. 2004 Oct;20(8):701-8. doi: 10.1016/j.dental.2003.08.006. Pubmed PMID: 15302450

Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP, Burrow MF. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. *Dent Mater*. 2014 Jul;30(7):e147-62. doi: 10.1016/j.dental.2014.01.017. Pubmed PMID: 24612840

Torres SM, Borges GA, Spohr AM, Cury AA, Yadav S, Platt JA. The effect of surface treatments on the micro-shear bond strength of a resin luting agent and four all-ceramic systems. *Oper Dent*. 2009 Jul-Aug;34(4):399-407. doi: 10.2341/08-87. Pubmed PMID: 19678444

Trivedi S. Finite element analysis: a boon to dentistry. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2014 Sep-Dec;4(3):200-3. doi:10.1016/j.jobcr.2014.11.008. Pubmed PMID: 25737944

Unlu N, Gunal S, Ulker M, Ozer F, Blatz MB. Influence of operator experience on in vitro bond strength of dentin adhesives. *J Adhes Dent*. 2012 Jun;14(3):223-7. doi: 10.3290/j.jad.a22191. Pubmed PMID: 22043471

Vanlioglu BA, Kulak-Ozkan Y. Minimally invasive veneers: current state of the art. *Clin Cosmet Investig Dent*. 2014;6:101-7. doi: 10.2147/ccide.s53209. Pubmed PMID: 25506248

Venturini AB, Prochnow C, Rambo D, Gundel A, Valandro LF. Effect of hydrofluoric acid concentration on resin adhesion to a feldspathic ceramic. *J Adhes Dent*. 2015 Aug;17(4):313-20. doi: 10.3290/j.jad.a34592. Pubmed PMID: 26295066

Vieira HH, Catelan A, Alves Nunes Leite Lima D, Baggio Aguiar FH, Caldas Giorgi MC, et al. Influence of matrix type on microshear bond strength test. *Dental Cadmos*. 2016;84(5):314-8. doi: 10.1016/S0011-8524(16)30066-6

Wiskott HW, Belser UC. Lack of integration of smooth titanium surfaces: a working hypothesis based on strains generated in the surrounding bone. *Clin Oral Implants Res*. 1999 Dec;10(6):429-44. Pubmed PMID: 10740452

Xiaoping L, Dongfeng R, Silikas N. Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e.max Press glass ceramic. *Dent Mater*. 2014 Dec;30(12):e330-6. doi: 10.1016/j.dental.2014.08.373. Pubmed PMID: 25189110

Yavuz T, Ozyilmaz OY, Dilber E, Tobi ES, Kilic HS. Effect of different surface treatments on porcelain-resin bond strength. *J Prosthodont*. 2015 Oct 19. doi: 10.1111/jopr.12387. Pubmed PMID: 26480029

Yu J, Yang Y, Gao J, Guo J, Li L, Zhao Y, et al. Clinical outcomes of different types of tooth-supported bilayer lithium disilicate all-ceramic restorations after functioning up to 5 years: a retrospective study. *J Dent*. 2016 Jun 1. doi: 10.1016/j.jdent.2016.05.013. Pubmed PMID: 27263032

Zarone F, Apicella D, Sorrentino R, Ferro V, Aversa R, Apicella A. Influence of tooth preparation design on the stress distribution in maxillary central incisors restored by means of alumina porcelain veneers: a 3D-finite element analysis. *Dent Mater*. 2005 Dec;21(12):1178-88. doi: 10.1016/j.dental.2005.02.014. Pubmed PMID: 16098574

Zogheib LV, Bona AD, Kimpara ET, McCabe JF. Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. *Braz Dent J*. 2011;22(1):45-50. Pubmed PMID: 21519648