



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Área de Concentração: Prótese Dentária



**EFEITO DA APLICAÇÃO E FOTOATIVAÇÃO PRÉVIA DE
SISTEMAS ADESIVOS EM CERÂMICA DE DISSILICATO
DE LÍTIO. ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO E DAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS COMPONENTES
RESINOSOS DA INTERFACE ADESIVA**

ARAÇATUBA - SP

2017

Ana Teresa Maluly Proni

**EFEITO DA APLICAÇÃO E FOTOATIVACÃO PRÉVIA DE
SISTEMAS ADESIVOS EM CERÂMICA DE DISSILICATO DE
LÍTIO. ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DE UNIÃO E DAS
PROPRIEDADES MECÂNICAS DOS COMPONENTES
RESINOSOS DA INTERFACE ADESIVA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia,
Câmpus de Araçatuba – UNESP, para a obtenção do
título de “Mestre em Odontologia” – Área de
Concentração Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos

ARAÇATUBA - SP

2017

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

M261a Maluly-Proni, Ana Teresa.
Efeito da aplicação e fotoativação prévia de sistemas adesivos em cerâmica de dissilicato de lítio. Análise da resistência de união e das propriedades mecânicas dos componentes resinosos da interface adesiva / Ana Teresa Maluly-Proni. – Araçatuba, 2017
96 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Paulo Henrique dos Santos

1. Cimentos de resina 2. Porcelana dentária 3. Polimerização I. Título

Black D3
CDD 617.69

Dados Curriculares

Ana Teresa Maluly Proni

NASCIMENTO	10/10/1979 – São Paulo – SP
FILIAÇÃO	Sívio Oliveira de Carvalho Tânia Regina de Faria Maluly
1997/2001	Curso de Graduação em Odontologia Universidade Paulista – Câmpus de Araçatuba
2003/2004	Curso de Especialização em Dentística Restauradora Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
2004/2005	Curso de Especialização em Saúde Coletiva Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
2013/2015	Curso de Especialização em Prótese Dentária Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL - Araçatuba
2015/2017	Obtenção dos créditos referentes ao curso de Pós-Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária, nível Mestrado Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Dedicat6ria

Dedicatória

Ao meu avô, Jorge Maluly Netto (in memorian),

Uma pessoa inesquecível, que dedicou seus 82 anos de vida a todos que carregavam seu sangue, e quantos outros sem esse vínculo também não tiveram essa dádiva. Foi meu maior incentivador, meu maior exemplo e se cheguei até aqui foi porque tive ele como esteio.

Sempre me cobrou ser a melhor e a mais responsável, e escuto até hoje ele dizendo: “- Você é a minha primogênita.”

Infelizmente você não está mais entre nós para celebrar comigo essa conquista, e sinto muito por isso. Obrigada por todo apoio, toda cobrança, toda responsabilidade que me foi imposta e por todo puxão de orelha mas principalmente por todos os conselhos de vida.

Se estivesse aqui seria o primeiro a me dar um beijo e dizer: “- Parabéns, filha!”
Sinto muito a sua falta. Te amo!

Ao meu marido, Maurício Antônio Belloto Proni,

O meu rabugento preferido. Obrigada por toda doação, carinho e amor dedicado à nossa família. Sem seu apoio nada disso seria possível. Obrigada por suprir minha "interminável" ausência, meu mau humor quase que diário, por ser pai e mãe das crianças quando passava noites e finais de semana comprometida com a pós-graduação. Obrigada por acreditar comigo que eu conseguiria. Você foi de fundamental importância para que esse dia chegasse. Obrigada do fundo do meu coração. Amo você.

Aos meus filhos, Ana Luisa e Pedro,

Vocês são a razão da minha vida. Faço tudo para e por vocês. Amo vocês eternamente.

Agradecimentos
Especiais

Agradecimentos Especiais

Ao meu orientador, Prof. Dr. Paulo Henrique dos Santos,

Não me esqueço do dia em que conversamos sobre a possibilidade de eu ingressar na pós-graduação. Me lembro do seu sorriso largo, e das palavras de incentivo dizendo que nunca era tarde para realizar sonhos.

Você é um exemplo para mim e a pessoa mais generosa que eu conheço. Orientador dedicado, correto, presente e tão competente. Só tenho a agradecer pela formação, pela paciência, por todo incentivo, pelas palavras de apoio, por toda a oportunidade e confiança. Meu crescimento profissional e pessoal está diretamente ligado ao nosso convívio diário. A realização deste trabalho foi um prazer e só tenho a agradecer por todo conhecimento científico que ele me proporcionou.

Obrigada por ser meu maior incentivador e serei sempre grata por ter acreditado que poderia e daria certo. Espero que nossa parceria seja duradoura e que eu possa sempre contribuir de alguma maneira com suas empreitadas científicas. Muito obrigada!

À minha mãe Tania Regina de Faria Maluly,

Em primeiro lugar, obrigada pela vida. Só tenho a agradecer por toda dedicação, amor e educação que se faz presente diariamente.

Nestes últimos anos sei que estive muito ausente e sua paciência e suporte foram essenciais para essa conquista. Tenho também que agradecer seu incentivo diário, desde a graduação, com os meus estudos e você não mediu esforços para que eu chegasse onde estou hoje. Você foi uma das minhas inspirações para ter escolhido essa profissão que tanto amo e acho que me apaixonei pela Odontologia desde a minha gestação já que estive com você nas aulas e clínicas quando você estava na Faculdade de Odontologia. Meu amor e gratidão para sempre!

À minha avó Therezinha de Faria Maluly,

Agradeço por todo amor, carinho e cuidado que sempre teve comigo e com os meus. Ser sua neta mais velha sempre me deu muito orgulho, e ter seu nome mais ainda. Somos muito parecidas e tenho certeza que nossa proximidade me tornou uma pessoa melhor. Você sempre foi meu porto seguro e minha conselheira nos momentos de incertezas e também não mediu esforços para minha formação. Você sabe que é minha segunda mãe. Um beijo com muito amor.

Aos meus irmãos Karina, Jorge e Camila,

Um irmão é a nossa extensão fora do próprio corpo, aquele que viveu os maiores e melhores momentos ao nosso lado e que conhece a gente como conhece à ele mesmo. Só tenho a agradecer à Deus por vocês serem a minha extensão. Nossas diferenças nos tornam iguais. Amo vocês.

Agradecimientos

Agradecimentos

À *Deus*, pelo sopro da vida, pela família, amigos e por ser o porto seguro em dias difíceis. Sem sua presença constante o caminho se tornaria muito mais árduo.

À Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba – UNESP, na pessoa do diretor *Prof. Dr. Wilson Roberto Poi*, que me acolheu e proporcionou tanto aprendizado e crescimento nos cursos de especialização e mestrado.

Ao coordenador do curso de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, *Prof. Dr. André Luiz Fraga Briso*, por incentivar os alunos e acreditar nos futuros professores e pesquisadores.

Às funcionárias da Seção de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, *Valéria de Queiroz M. Zagatto, Lilian Sayuri Mada e Cristiane Regina Lui Matos*, que de forma eficiente e prestativa, sempre me ajudaram nos meus questionamentos e dúvidas. Muito obrigada.

Aos *bibliotecários* da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, pelo modo dedicado e eficiente que sempre atenderam as minhas necessidades, pelo cuidado e colaboração durante todo o período de elaboração deste trabalho.

Aos *professores* do curso de pós-graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, por todo conhecimento científico compartilhado.

Ao *Prof. Dr. Wirley Gonçalves Assunção*, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, que sempre esteve presente durante minha jornada na pós-graduação, me orientando, me incentivando e me mostrando o caminho onde o respeito com o paciente e a competência profissional são os grandes valores da nossa profissão. Obrigada pelos ensinamentos e principalmente pela amizade.

Ao *Prof. Dr. Eduardo Passos Rocha*, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, por todo carinho,

incentivo, convivência e todo ensinamento que me proporcionou. Conviver com você me faz aprender a cada dia. Muito obrigada.

Ao **Prof. Dr. João Eduardo Gomes Filho**, do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, pelas conversas e conselhos, bem como o incentivo para a concretização desta etapa.

Aos **professores** do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, pelo convívio e carinho com que sempre me trataram.

Aos técnicos, **Jânder, Carlão e Eduardinho** do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, agradeço por sempre serem solícitos, me ajudando nas horas de dúvida, sempre com competência.

À secretária **Magda Requena Caciatore**, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, agradeço por estar sempre disposta a me ajudar e a resolver, com mais agilidade possível, toda a parte burocrática da pós-graduação. Sem você o Departamento não é o mesmo. Adoro você Criatura!

Ao **Departamento de Odontologia Restauradora**, da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP e ao **Prof. Dr. André Luiz Fraga Briso**, pela receptividade e acolhimento, que foi fundamental para minha jornada na pós-graduação.

Ao secretário **Peterson Moura**, e às técnicas **Nelci Vieira e Elaine Ferreira** do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, agradeço por sua disponibilidade em colaborar com todas as minhas necessidades dentro do Departamento. Obrigada.

Ao **Departamento de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Facial** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, pela receptividade e acolhimento nas minhas empreitadas clínicas.

Ao **Prof. Dr. Getúlio de Vasconcelos**, do Instituto de Estudos Avançados do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (IEAv-ITA) pela gentileza no uso

do nanodurômetro e pelo suporte enquanto estive fazendo as análises indispensáveis nesse trabalho.

Ao **1o. Tenente Engenheiro Vitor Ribeiro Jardim**, do Instituto de Estudos Avançados do Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (IEAv-ITA) pela disponibilidade e pela receptividade na realização das análises no nanodurômetro. Seu empenho e paciência foram de fundamental importância para a realização deste trabalho. Espero que tenha sucesso na sua carreira sempre.

Ao **Prof. Dr. Fábio Bossoi Vicente**, do Departamento de Física da Faculdade de Ciências – UNESP Bauru, pela disponibilidade e pela receptividade na realização das imagens no MEV. Obrigada.

Ao **Prof. Dr. Gilberto Antonio Borges**, do Departamento de Materiais Dentários e Dentística da Faculdade de Odontologia da Universidade de Uberaba – UNIUBE, que prontamente aceitou o nosso convite para banca da minha dissertação. Tenho certeza que com toda experiência e conhecimento irá contribuir e muito com este trabalho. Obrigada.

Às minha amigas A1, **Bruna de Oliveira Reis e Thaís Yumi Umeda Suzuki**, sem vocês a pós-graduação seria muito mais difícil. Obrigada pela convivência diária, por todo incentivo, paciência e principalmente pela amizade que construímos. Tivemos muitos momentos de alegrias e poucos de tristeza e cada um será guardado pra sempre comigo. Nossos momentos de estudos e compenetração na salinha só não eram mais divertidos do que nossos momentos de alegria com a risada característica na nossa Paulete Master. Vocês são amigas que levarei para a vida. Muito, mas muito obrigada mesmo. Seremos uma equipe pra sempre, independente do caminho que cada uma seguir. Amo vocês.

À minha amiga, **Laura Molinar Franco**, que foi uma pessoa de fundamental importância para eu ingressar na pós-graduação, me deu apoio quando queria jogar tudo pro alto, me incentivou quando estava pra baixo. Você é uma amiga para a vida. Tenho certeza que seu caminho será de sucesso e de muitas alegrias. Conte sempre comigo. Adoro você!

À nossa equipe, **Bruna, Glívia, Henrico, Mariana e Thaís**, pelo carinho e prontidão a ajudar sempre que necessário. Agradeço pelo acolhimento e pela convivência na equipe, pelos momentos bons e os não tão bons assim que compartilhamos. Obrigada!

Aos amigos de pós-graduação **Camila Seloto, Carolina Danielleto, Cecília Sousa, Daniela Bastos, Erik Neiva, Fábio Salomão, Gustavo Momesso, Igor Puttini, Ingrid Silva, Janáina Cardoso, Ketelin Dal Pra, Leonardo Freitas, Marjorie Gallinari, Pedro Ferreira, Sandra Borghi, Úrsula Escalero, Valthierre Nunes**, pelos agradáveis momentos, pelas empreitadas clínicas e científicas, e pela amizade.

Aos ex e atuais alunos de iniciação científica, **Jaqueline Rossi, Matheus Gomes, Mariana Pereira, Marcela Küll**, com vocês pude exercer um pouquinho do meu lado orientadora. Obrigada pelo carinho e pelos agradáveis momentos que tivemos juntos. Continuem com esse entusiasmo pela Odontologia que vocês chegarão longe. Obrigada.

À minha segunda família, **Antônio, Maria Emilia, Melissa, Milena, Felipe, Raphael**, vocês são a família que toda nora deveria ter. Meus sogros verdadeiros pais, minhas cunhadas verdadeiras irmãs...obrigada por serem tão presentes, sempre me incentivando e principalmente entendendo minha ausência nos últimos 2 anos. Obrigada pelo carinho e amor. Amo vocês.

À minha amiga, **Ana Letícia Marques Varoni**, por não ter deixado a minha ausência abalar a nossa amizade. Obrigada por ser essa amiga tão presente e cuidadosa comigo e com minha família, e por fazer parte diretamente da minha vida. Obrigada por tudo sempre.

Às minhas amigas, **Fábia Cortelazzi Frascino e Neiva Mattar Rodrigues**, obrigada pelos quase 25 anos de amizade. Vocês são mais que amigas, são irmãs que a vida me presenteou. Passamos por tantas coisas juntas e agora nossa amizade se perpetua com os nossos filhos. Sei que posso contar com vocês para o que der vier. Obrigada por tudo sempre. Amo vocês!

Às amigas **Paula Afonso Gasparini, Priscila Aliane da Cruz Rocha, Rebeca Afonso Devides de Oliveira** ter vocês na minha rotina diária de trabalho me enriquecem profissionalmente e pessoalmente. Não é à toa que nossa parceria se torna cada dia mais sólida. Obrigada pelo apoio, pelo cuidado, mas principalmente pela amizade. Sei que posso contar com vocês sempre. Adoro vocês. Muito obrigada.

Ao meu anjo da guarda, *Larissa Batista Pires*, obrigada por todo suporte que me deu nesses últimos anos. Ter você como colaboradora e uma das pessoas mais importantes no nosso time é que faz nosso dia se tornar mais fácil. Muito obrigada.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse trabalho fosse concluído.

*“Aos outros, dou o direito de serem
como são. A mim, dou o dever
de ser cada dia melhor”*

Chico Xavier

Resumo

MALULY-PRONI, A.T. Efeito da aplicação e fotoativação prévia de sistemas adesivos em cerâmica de dissilicato de lítio. Análise da resistência de união e das propriedades mecânicas dos componentes resinosos da interface adesiva. [dissertação]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista; 2017.

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar o efeito da aplicação e da fotoativação prévia de diferentes sistemas adesivos em superfície de cerâmica de dissilicato de lítio, com ênfase na resistência da união cimento-cerâmica e na análise das propriedades mecânicas nanodureza e módulo de elasticidade dos diferentes adesivos e do cimento resinoso utilizado. Quarenta e nove blocos de resina composta (Z350XT A6B) e de blocos cerâmicos (e.max CAD LT D3) foram divididos em sete grupos experimentais (n=7), os quais foram cimentados entre si de acordo com o sistema adesivo utilizado na superfície dos blocos cerâmicos: Grupo 1: sem adesivo; Grupo 2: Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose Adhesive (SBMP) sem fotoativação; Grupo 3: SBMP com fotoativação; Grupo 4: Adper™ Single Bond 2 (SB2) sem fotoativação; Grupo 5: SB2 com fotoativação; Grupo 6: Single Bond Universal (SBU) sem fotoativação; Grupo 7: SBU com fotoativação. Em todos os grupos experimentais, o cimento resinoso utilizado foi o RelyX Ultimate. Após 24 horas do processo de cimentação, todos os conjuntos foram submetidos à termociclagem entre 5°C e 55°C, com tempo de permanência de 28 segundos e tempo de transferência de 2

segundos para envelhecimento (10.000 ciclos). Os conjuntos foram então seccionados para obtenção de palitos para análise da resistência de união e das propriedades mecânicas de nanodureza e módulo de elasticidade dos adesivos e do cimento resinoso utilizado. Os dados foram submetidos à ANOVA e teste de Fisher ($\alpha = 0,05$). Os resultados mostraram que os grupos SBMP e SB2 sem fotoativação apresentaram os menores valores de resistência de união, enquanto que para as propriedades mecânicas de nanodureza e módulo de elasticidade os maiores valores foram encontrados somente para o grupo SBMP com fotoativação, mostrando que a resistência de união foi influenciada pela interação dos materiais utilizados. Para as propriedades mecânicas analisadas, a fotoativação prévia dos sistemas adesivos não apresentou diferença estatisticamente significativa na comparação entre os grupos. De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que a aplicação de sistemas adesivos na superfície silanizada da cerâmica se mostrou desnecessária. Dentre os adesivos estudados, o SBU foi o único material que se mostrou eficaz com ou sem fotoativação prévia. Para os demais adesivos estudados, SBMP e SB2, a fotoativação prévia se mostrou necessária para otimizar a resistência de união da interface adesiva estudada.

Palavras-chave: Cimentos de Resina. Adesivos Dentinários. Porcelana Dentária. Polimerização.

Abstract

MALULY-PRONI, A.T. Effect of the application and photocuring of adhesive systems on lithium disilicate ceramics. Analysis of the bonding strength and mechanical properties of resin components of the adhesive interface. [dissertation]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista; 2017.

Abstract

The aim of this study was to analyze the effect of the application and previous photoactivation of different adhesive systems on lithium disilicate ceramics, with emphasis on the bond strength of cement-ceramic interface and the analysis of the mechanical properties (nanohardness and elastic modulus) of different adhesives systems and resin cement used. Forty-nine composite resin blocks (Z350XT A6B) and ceramic tablets (e.max CAD LT D3) which were divided into seven experimental groups (n = 7), according to the adhesive systems and photoactivation techniques of the materials inside the ceramic crown: Group 1: control (without adhesive system); Group 2: SBMP with no light-curing; Group 3: light-cured SBMP; Group 4: SB2 with no light-curing; Group 5: light-cured SB2; Group 6: SBU with no light-curing; Group 7: light-cured SBU. After the luting procedure with RelyX Ultimate, all specimens were submitted to thermocycling procedure (10,000 cycles). Sticks were then obtained for the analysis of microtensile bonding strength and nanohardness and elastic modulus of the resin components of the adhesive interface. Data were submitted to statistical analysis (ANOVA) and Fisher's test ($\alpha = 0.05$). The results showed that the SBMP with

no light-curing and SB2 with no light-curing groups had the lowest values of bonding strength, while the highest values of the mechanical properties were achieved for the light-cured SBMP group, showing that the bonding strength as well as the mechanical properties were influenced by the interaction of materials. For mechanical properties analyzed, the light-curing of the adhesive systems didn't present a statistically significant difference in the comparison between groups. In general, the application of adhesive systems on the silanized ceramic surface showed needless. Among the adhesives studied, SBU was the only system that showed effectiveness with or without previous light activation. For the other adhesive systems, SBMP and SB2, the previous light activation was necessary to optimize the bonding strength of the adhesive interface.

Palavras-chave: Resin cements. Dentin-Bonding Agents. Dental Porcelain. Polymerization.

Listas e Sumário

Lista de Tabelas

- Tabela 1:** Identificação dos materiais em relação a sua classificação, lote e composição química 62
- Tabela 2:** Análise de Variância (ANOVA) dos valores de resistência de união 63
- Tabela 3:** Valores de resistência de união em MPa (média \pm desvio padrão) e número de falhas prematuras da interface adesiva, de acordo com o sistema adesivo empregado 63
- Tabela 4:** Análise de Variância (ANOVA) dois fatores da nanodureza dos sistemas adesivos 63
- Tabela 5:** Análise de Variância (ANOVA) dois fatores do módulo de elasticidade dos sistemas adesivos 63
- Tabela 6:** Valores de nanodureza H em MPa (média \pm desvio padrão) e módulo de elasticidade Er em GPa (média \pm desvio padrão) dos sistemas adesivos utilizados, em função da prévia ativação 64
- Tabela 7:** Análise de Variância (ANOVA) da nanodureza do cimento resinoso RelyX Ultimate 64
- Tabela 8:** Análise de Variância (ANOVA) do módulo de elasticidade do cimento resinoso RelyX Ultimate 64

Tabela 9: Valores de nanodureza H em MPa (média \pm desvio padrão) e módulo de elasticidade Er em GPa (média \pm desvio padrão) do cimento resinoso RelyX Ultimate 64

Listas de Figuras

- Figura 1:** Média geral dos valores de resistência de união (MPa) dos grupos fotoativados e não fotoativados 65
- Figura 2:** Padrão de fratura dos palitos obtidos após teste de resistência de união (%) 65
- Figura 3:** Amostra representativa do padrão de fratura mista, na superfície da cerâmica, do grupo sem aplicação de adesivo 66
- Figura 4:** a. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo mista, na superfície da cerâmica, do grupo SBMP sem fotoativação; b. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo adesiva, na superfície da cerâmica, do grupo SBMP com fotoativação 66
- Figura 5:** a. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo adesiva, na superfície da cerâmica, do grupo SB2 sem fotoativação; b. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo mista, na superfície da cerâmica, do grupo SB2 com fotoativação 67
- Figura 6:** a. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo adesiva, na superfície da cerâmica, do grupo SBU sem fotoativação; b. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo mista, na superfície da cerâmica, do grupo SBU com fotoativação 67
- Figura 7:** a. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBMP sem fotoativação; b. 68

Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBMP com fotoativação

Figura 8: a. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SB2 sem fotoativação; b. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SB2 com fotoativação 68

Figura 9: a. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBU sem fotoativação; b. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBU com fotoativação 69

Listas de Abreviaturas e Símbolos

- A: área
- ANOVA: Análise de Variância
- Bis-GMA: Bisfenol glicidil dimetacrilato
- °C: Grau Celsius
- CAD: Desenho assistido por computador (Computer-aided design)
- Corp. Corporation
- CT: Connecticut
- Dr.: Doutor
- Er: Módulo de elasticidade reduzido
- EUA: Estados Unidos da América
- F: Força
- FTIR: Espectroscopia de Infravermelho por transformada de Fourier
- GPa: Giga Pascal
- H: Dureza
- HEMA: Hidroxi-etil metacrilato
- HF: Ácido Fluorídrico
- IEAv: Instituto de Estudos Avançados
- ITA: Instituto Tecnológico de Aeronáutica
- LED: Diodo Emissor de Luz
- Li₂O₅: Dissilicato de lítio
- LT: Baixa translucidez

Ltda./Ltd.: Limitada

MDP: 10-metacriloxidecil di-hidrogênio fosfato

MEV: Microscopia Eletrônica de Varredura

mm²: Milímetros quadrados

MPa: Mega Pascal

PR: Paraná

Prof.: Professor

Ru: Resistência de união

SB2: AdperTMSingle Bond 2

SBMP: AdperTM ScotchbondTM Multi-Purpose Adhesive

SBU: Single Bond Universal

SP: São Paulo

TM: Trade Mark

UNESP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

UNICSUL: Universidade Cruzeiro do Sul

UNIUBE: Universidade de Uberaba

α : alpha

μ N: micro Newton

Sumário

1. Resumo	16
2. Abstract	19
3. Introdução	30
4. Materiais e Método	35
5. Resultados	43
6. Discussão	47
7. Conclusão	55
Referências	57
Anexos	71

Introdução

A busca pelo “sorriso perfeito”, a melhora da auto-estima e o bem-estar individual tem levado ao aumento na demanda de pacientes que procuram tratamentos estéticos e reabilitadores na Odontologia. Neste sentido, têm crescido exponencialmente o uso de restaurações indiretas em cerâmicas puras devido ao seu alto grau estético, estabilidade de cor, biocompatibilidade, longevidade, radiopacidade, baixa condutividade térmica e ótima integração aos tecidos gengivas.¹⁻³

Até o início da década de 80, as restaurações indiretas falhavam precocemente e apresentavam alto índice de infiltração marginal⁴ devido à inexistência de adequados sistemas adesivos e agentes cimentantes, além da falta de conhecimento quanto ao tratamento da superfície da cerâmica empregada. Este cenário se transformou a partir do desenvolvimento de cerâmicas com maior conteúdo cristalino e que apresentavam possibilidade de adesão aos tecidos dentários, como as cerâmicas vítreas. Esses materiais são compostos por uma fase vítrea e outra fase cristalina, no qual a concentração de cristais incorporados à sua matriz tem a função de reforçar sua estrutura.⁵ Uma das cerâmicas vítreas mais utilizadas atualmente é a cerâmica reforçada por cristais de dissilicato de lítio (LiSi_2O_5), composta por 30% de sílica amorfa e 70% de dissilicato de lítio cristalino. Sua resistência flexural é de aproximadamente 400MPa o que confere equilíbrio entre resistência mecânica e translucidez⁶, que lhe permite ser usada como próteses monolíticas (camada única) tanto em dentes anteriores como em posteriores⁷.

A adesão de restaurações cerâmicas ao substrato dental se dá basicamente por duas interfaces, cerâmica-cimento e cimento-substrato, onde a estabilidade desse conjunto leva ao maior sucesso nas reabilitações protéticas seja com

laminados, onlays ou coroas totais. A modificação da superfície das cerâmicas vítreas pelo condicionamento com ácido fluorídrico aumenta a superfície de contato melhorando a interação entre a cerâmica e o agente cimentante⁸. Essa modificação se dá pela formação de microporosidades, graças à remoção da matriz vítrea, pelo ácido na superfície da cerâmica, aumentando a área de contato e possibilitando maior penetração do silano, cuja função é promover a união química entre a matriz inorgânica da cerâmica e a matriz orgânica do material resinoso⁶. Por outro lado, a aplicação de materiais adesivos permite o elo de união entre as cerâmicas vítreas e a estrutura dentária. A evolução e a confiabilidade da adesão dos sistemas adesivos e agentes cimentantes à estrutura dental garante o sucesso clínico dessas restaurações⁹⁻¹¹ possibilitando o mínimo desgaste da estrutura dental com o uso de cerâmicas extremamente delgadas¹²⁻¹⁴. O resultado disto é uma adesão efetiva caracterizada por microrretenções e princípios de adesão química que clinicamente conferem elevados índices de sobrevida com longo tempo de acompanhamento.^{3,15}

Os adesivos e os cimentos resinosos têm melhorado continuamente e um dos principais enfoques das pesquisas e desenvolvimento está em simplificar a utilização destes materiais para reduzir o tempo de aplicação e sensibilidade pós-operatória¹⁶. Os sistemas adesivos podem ser classificados com base na sua interação com os substratos dentais e no número de passos para sua aplicação em adesivos que necessitam de condicionamento ácido prévio (dois ou três passos clínicos) ou adesivos auto-condicionantes (um ou dois passos clínicos), os quais já possuem monômeros ácidos incorporados^{17,18}. Já os cimentos resinosos podem ser classificados em convencionais (os quais necessitam de aplicação prévia de sistema adesivo) ou autoadesivos¹⁹.

A estabilidade de união da cerâmica com o substrato dental é fator determinante para a manutenção da resistência mecânica e da integridade marginal da restauração e que esta estabilidade depende diretamente do grau de conversão dos sistemas adesivos²⁰ e dos cimentos resinosos. Para a obtenção de adequadas propriedades físico-mecânicas, estes materiais devem ser idealmente polimerizados, para que haja uma alta taxa de conversão dos monômeros em polímeros, uma vez que a deficiência de polimerização poderia afetar a performance clínica dos materiais resinosos. Essa polimerização pode ser medida através da análise direta do grau de conversão (FTIR) ou indireta como nos testes de dureza por penetração de diamantes. A nanoindentação é um teste laboratorial confiável para mensurar valores de nanodureza e o módulo de elasticidade de locais específicos dos componentes da interface adesiva restauradora²¹, podendo, dessa forma, ser uma técnica útil no estudo do efeito da polimerização em componentes específicos e delgados de restaurações adesivas²².

A maioria dos fabricantes dos materiais odontológicos recomenda o uso do cimento resinoso diretamente sobre a superfície interna silanizada da cerâmica vítrea. No entanto, devido às microporosidades formadas pelo condicionamento ácido da cerâmica vítrea, não há garantias do completo escoamento do cimento sobre a superfície silanizada. Devido a tal questionamento, a aplicação de uma fina camada de adesivo, logo após a silanização, poderia permitir uma melhor interação dos materiais resinosos à cerâmica silanizada. No entanto, seria necessário que tal adesivo apresentasse alto grau de polimerização e não interferisse na conversão do cimento resinoso, para que a interface adesiva fosse mecanicamente resistente e clinicamente estável.

Diante de tal questionamento, o objetivo deste estudo foi analisar o efeito da aplicação e da fotoativação prévia de diferentes sistemas adesivos na superfície de cerâmicas à base de dissilicato de lítio, com ênfase na estabilidade da união cimento-cerâmica e na análise das propriedades mecânicas de nanodureza e módulo de elasticidade dos diferentes adesivos e do cimento resinoso utilizado. As hipóteses nulas a serem ensaiadas foram: 1) A aplicação e fotoativação prévia de diferentes sistemas adesivos não causaria diferença significativa na resistência de união de um cimento resinoso à cerâmica à base de dissilicato de lítio; 2) A fotoativação prévia de sistemas adesivos não causaria diferença significativa nas propriedades mecânicas de nanodureza e módulo de elasticidade dos componentes resinosos envolvidos no processo de cimentação.

*Materiais e
Método*

Preparo das amostras

Quarenta e nove blocos (6x6x2mm) de cerâmica à base de dissilicato de lítio foram obtidos a partir de blocos de E-max CAD LT D3 (IPS E-max CAD – Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), cortados em máquina de corte IsoMet™ 5000 LC Diamond (Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, EUA) com refrigeração constante. Após a obtenção dos blocos, os mesmos foram cristalizados por tempo de 20 a 25 minutos, a 840-850°C, de acordo com as recomendações do fabricante em forno Programat EP 5000 (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein).

Quarenta e nove blocos de resina composta nanoparticulada Z350XT A6B (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA) (6x6x4mm), foram obtidos à partir da inserção da resina composta em matriz de silicone por adição pasta densa Express XT (3M ESPE, Neuss, Alemanha) fotoativadas com LED polywave Valo (Ultradent, South Jordan, UT, EUA), regularizados e polidos com lixa #600 (Extec Corp., Enfield, CT, EUA) em politriz universal (Arotec Indústria e Comércio, Cotia, SP, Brasil). Os mesmos foram jateados com óxido de alumínio 50 micrômetros (Bio-art, São Carlos, SP, Brasil) e limpos em cuba ultrassônica por 8 minutos (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil) com água destilada.

Os quarenta e nove blocos cerâmicos e de resina composta foram divididos em sete grupos experimentais (n=7), os quais foram unidos utilizando os sistemas adesivos e técnicas de fotoativação abaixo descritas, totalizando sete amostras experimentais por grupo. Os princípios básicos de repetição, aleatorização e blocagem foram respeitados. Os materiais utilizados, composição, e número de lote estão na Tabela 1.

Grupo 1: A superfície dos blocos cerâmicos foi condicionada com ácido fluorídrico 10%²³ (Dentsply Indústria e Comércio Ltda., Petrópolis, RJ, Brasil) por um período de 20 segundos. Em seguida, aplicou-se jato de ar/água para remoção dos resíduos resultantes do condicionamento ácido e foram secas com suaves jatos de ar. Foi aplicado ácido fosfórico 35%²⁴ (Ultradent, South Jordan, UT, EUA) por 60 segundos para a remoção de resíduos do processo do condicionamento da cerâmica. Em seguida, o ácido foi removido com jato de ar/água e foram secas com suaves jatos de ar. O agente silano RelyX Ceramic Primer (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA) foi aplicado na face da peça condicionada por um minuto, secando com jato de ar por 5 segundos após a aplicação. O cimento RelyX Ultimate na cor A1 (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA), manualmente manipulado, foi dispensado diretamente sobre a cerâmica condicionada, e o bloco de cerâmica e o bloco de resina foram unidos entre si. Antes da fotoativação foi colocado por sobre o bloco cerâmico um dispositivo metálico com massa de 500 gramas para padronização da espessura do cimento resinoso e então fotoativado com LED polywave VALO (Ultradent), por um período de 3 segundos sobre a face da cerâmica, levando o cimento para um estágio de “semi-endurecimento”, removendo em seguida o material extravasado. A potência de 1280 mW/cm² do aparelho fotoativador foi verificada em radiômetro RD-7 (Ecel Indústria e Comércio Ltda., Ribeirão Preto, SP, Brasil). Por fim, foi realizada a fotoativação final por 20 segundos²⁵ sobre a superfície da cerâmica.

Grupo 2: A superfície dos blocos cerâmicos recebeu o mesmo tratamento descrito no Grupo 1. No entanto, após a silanização, a superfície dos blocos cerâmicos recebeu a aplicação do sistema adesivo dentinário Adper™ Scotchbond™

Multi-Purpose (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA), onde apenas o adesivo (bond) foi aplicado sobre a superfície condicionada da cerâmica, sem fotoativação, seguido por jato de ar por 5 segundos. Os blocos cerâmicos foram cimentados utilizando o cimento RelyX Ultimate na cor A1 (3M ESPE Dental Products), como descrito anteriormente.

Grupo 3: A superfície dos blocos cerâmicos recebeu o mesmo tratamento descrito no Grupo 2. No entanto, o sistema adesivo dentinário Adper™ Scotchbond™ Multi-Purpose (3M ESPE Dental Products) foi fotoativado previamente à aplicação do cimento resinoso, pelo tempo de 10 segundos.

Grupo 4: A superfície dos blocos cerâmicos recebeu o mesmo tratamento descrito no Grupo 1. No entanto, após a silanização, a superfície dos blocos cerâmicos recebeu a aplicação do adesivo dentinário Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, EUA), sem fotoativação, seguido por jato de ar por 5 segundos. Os blocos foram cimentados utilizando o cimento RelyX Ultimate na cor A1 (3M ESPE Dental Products), como descrito anteriormente.

Grupo 5: A superfície dos blocos cerâmicos recebeu o mesmo tratamento descrito no Grupo 4. No entanto, o sistema adesivo dentinário Adper™ Single Bond 2 (3M ESPE Dental Products), foi fotoativado previamente à aplicação do cimento resinoso, pelo tempo de 10 segundos.

Grupo 6: A superfície dos blocos cerâmicos recebeu o mesmo tratamento descrito no Grupo 1. No entanto, após a silanização, a superfície dos blocos cerâmicos recebeu a aplicação do sistema adesivo dentinário Single Bond Universal (3M ESPE Dental Products, St. Paul, EUA), sem fotoativação, seguido por jato de ar

por 5 segundos. As coroas cerâmicas foram cimentadas utilizando o cimento RelyX Ultimate na cor A1 (3M ESPE Dental Products), como descrito anteriormente.

Grupo 7: A superfície dos blocos cerâmicos recebeu o mesmo tratamento descrito no Grupo 6. No entanto, o sistema adesivo dentinário Single Bond Universal (3M ESPE Dental Products) foi fotoativado previamente à aplicação do cimento resinoso, pelo tempo de 10 segundos.

Após o processo adesivo, as amostras foram armazenadas em água destilada a 37°C por 24 horas. Decorrido o prazo, as amostras cimentadas foram submetidas à termociclagem entre 5°C e 55°C, com tempo de permanência de 28 segundos e tempo de transferência de 2 segundos, totalizando 10.000 ciclos, que simula 1 ano de envelhecimento²⁶, em máquina de simulação de ciclos térmicos Ética modelo 521.4 (Ética Equipamentos Científicos S.A., São Paulo, SP, Brasil). Após a termociclagem, as amostras foram seccionadas perpendicularmente à interface adesiva em cortadeira de precisão IsoMet™ 5000 (Buehler) para a obtenção de palitos com uma área adesiva de aproximadamente 1,0mm². Nove palitos foram obtidos de cada conjunto cerâmica-resina composta.

Avaliação de resistência de união pelo ensaio de microtração:

Para o ensaio de resistência de união, oito palitos de cada amostra foram analisados. Os palitos foram colados a um dispositivo metálico com cola à base de cianoacrilato (Super Bonder Flex Gel, Loctite, Itapevi, SP, Brasil) levados individualmente à máquina de ensaio universal Odeme Microtensile OM 100 (Odeme Dental Research, Luzerna, SC, Brasil), à velocidade de 0.7mm por minuto para

avaliação da resistência de união. Os valores de resistência de união foram obtidos em MPa por meio da fórmula:

$$Ru = (F/A)$$

Onde Ru = resistência de união, F = carga necessária para fraturar o espécime (N), A = área da interface de união em mm².

Aos palitos que sofreram falhas prematuras, foram atribuídos valores de 0 MPa para a resistência de união.

Análise das propriedades mecânicas do sistema adesivo e cimento resinoso:

Um palito de cada amostra experimental foi embutido em resina acrílica quimicamente ativada incolor (Clássico, São Paulo, SP, Brasil). Após a obtenção dos discos de resina acrílica, estes foram desgastados manualmente com lixas abrasivas de granulação 320, 600, 800 e 1200 (Extec Corp., Enfield, CT, EUA) e então polidas com soluções diamantadas 6, 3 e 1 µm (Extec Corp., Enfield, CT, EUA) por 1 minuto cada etapa. Entre as etapas, as amostras foram analisadas em microscópio óptico (Stemi SV11, Carl Zeiss AG, Orberkochen, Alemanha) para verificação das ranhuras obtidas com o polimento. As amostras foram limpas em cuba ultrassônica (Cristófoli, Campo Mourão, PR, Brasil) com água destilada durante 8 minutos entre as lixas e pastas e ao final do processo.

A superfície preparada foi levada ao nanodurômetro NHT³ (Anton Paar, Graz, Áustria) para verificação da nanodureza (H) e módulo de elasticidade (Er), sob ação de carga de 5000µN, aplicada durante 5 segundos, seguida pela manutenção de carga máxima por 2 segundos adicionais e remoção da carga durante 5 segundos (5-

2-5). Tal protocolo permite que a deformação do material não interfira no cálculo do módulo de elasticidade. A ponta indentadora utilizada foi a ponta piramidal Berkovich, sendo realizadas três mensurações em duas diferentes áreas na interface adesiva: sistema adesivo e cimento resinoso utilizado. Os valores de nanodureza (H) e módulo de elasticidade (E_r) foram calculados baseados na curva tensão-deformação de acordo com a seguinte equação matemática (Oliver & Pharr, 1992):

$$E_r = S \sqrt{\pi} / 2 \sqrt{A}$$

Onde S é a rigidez do segmento inicial de remoção da carga e A é a área de contato projetada entre a ponta indentadora e a amostra no pico máximo de força.

$$H = P_{max} / A$$

Onde P_{max} é a carga máxima e A é a área de contato projetada como descrita no cálculo do módulo de elasticidade.

Análise do padrão de fratura

As superfícies envolvidas na fratura de cada espécime foram analisadas inicialmente em microscopia óptica (Stemi SV11, Carl Zeiss AG, Orberkochen, Alemanha) em aumento de 6,6x para classificação quanto ao padrão de fratura. A classificação do padrão de fratura adotada foi: coesiva na cerâmica, coesiva na resina composta, adesiva ou mista. Amostras representativas de cada grupo experimental foram fixados em *stubs* metálicos, mantendo as áreas envolvidas nas fraturas voltadas para cima. Em seguida, foram metalizados com ouro (Quorum Q150R ES, Quorum Technologies, Laughton, Inglaterra) e levados à microscopia eletrônica de varredura (EVO HD LS-15, Carl Zeiss AG, Orberkochen, Alemanha) para análise da

superfície pela técnica de elétrons secundários. Adicionalmente, foram obtidas imagens, pela técnica de difração de elétrons retroespalhados, da interface de união cimento resinoso/cerâmica de cada grupo experimental.

Análise Estatística

Os dados da resistência de união e das propriedades mecânicas de nanodureza e módulo de elasticidade foram submetidos a testes estatísticos de normalidade (Shapiro-Wilk; Programa Bioestat 2.0) e posteriormente submetidos à ANOVA um fator para os testes de resistência de união, nanodureza e módulo de elasticidade do cimento resinoso. Os valores de nanodureza e módulo de elasticidade dos adesivos foram submetidos à ANOVA dois fatores (material e modo de ativação). Após aplicação da ANOVA, o pós-teste de Fisher foi utilizado para comparação entre as médias ($\alpha = 0,05$). O programa estatístico utilizado foi o StatView versão 5.0.1. O poder dos testes aplicados foram calculados pelo Programa OpenEpi versão 3.

Resultados

A análise de variância para o teste de resistência de união (Tabela 2), mostrou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,043$). Pela Tabela 3, observa-se que os maiores valores de resistência de união foram encontrados para os grupos: sem aplicação de adesivo ($18,97 \pm 4,60$ MPa), SBMP com fotoativação ($18,79 \pm 11,05$ MPa), SBU com fotoativação ($18,40 \pm 7,35$ MPa) e SB2 com fotoativação ($17,24 \pm 9,31$ MPa), sem diferença estatisticamente significativa entre eles ($p>0,05$). Os menores valores de resistência de união foram encontrados para os grupos SBMP sem fotoativação ($9,10 \pm 3,48$ MPa) e SB2 sem fotoativação ($9,03 \pm 5,26$ MPa), com diferença estatisticamente significativa para os grupos sem aplicação de adesivo ($p=0,023$ e $p=0,022$, respectivamente), SBMP com fotoativação ($p=0,025$ e $p=0,024$, respectivamente), SBU sem fotoativação ($p=0,029$ e $p=0,028$, respectivamente) e SBU com fotoativação ($p=0,031$ e $p=0,030$, respectivamente). Não houve falha prematura nos grupos nos quais os sistemas adesivos foram previamente ativados (Tabela 3). O maior poder do teste de resistência de união encontrado entre todos os grupos experimentais foi 99,42%.

A Figura 1 ilustra que, de uma maneira geral, a média dos valores de resistência de união dos grupos onde os adesivos foram previamente fotoativados ($18,14 \pm 8,91$ MPa), referentes aos grupos SBMP com fotoativação + SB2 com fotoativação + SBU com fotoativação, apresentaram diferença estatisticamente significativa para os grupos não fotoativados ($12,23 \pm 7,99$ MPa), referentes aos grupos SBMP + SB2 + SBU ($p=0,031$). A análise dos padrões de fratura mostrou que não houve falha do tipo coesiva na cerâmica ou na resina composta. Houve preponderância de falha do tipo adesiva em todos os grupos experimentais, seguido

por falhas do tipo mista. No grupo SB2 sem fotoativação ocorreu somente falha adesiva (Figura 2).

A Tabela 4 ilustra a Análise de Variância dois fatores para nanodureza dos sistemas adesivos. Pode-se observar que houve diferença na comparação entre os materiais ($p=0,002$) e na interação material x fotoativação ($p=0,039$). Na análise do módulo de elasticidade (Tabela 5), a Análise de Variância não mostrou diferença para nenhum fator estudado, bem como para interação entre eles ($p>0,05$). O maior poder do teste encontrado na análise de nanodureza foi de 97,9%, enquanto o maior poder encontrado para o teste de módulo de elasticidade foi de 86,65%.

A Tabela 6 mostra que não houve diferença estatisticamente significativa para ambas as propriedades mecânicas analisadas na comparação entre todos os sistemas adesivos sem prévia fotoativação ($p>0,05$). No entanto, quando foi realizada a fotoativação prévia dos mesmos, o adesivo SBMP apresentou maiores valores de nanodureza ($868,20 \pm 140,70$ MPa) e módulo de elasticidade ($14,03 \pm 1,23$ GPa), com diferença estatisticamente significativa para os demais materiais ($p<0,05$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos previamente fotoativados em comparação aos mesmos grupos sem fotoativação prévia para todos os materiais estudados ($p>0,05$).

A análise de variância para o teste de nanodureza (Tabela 7) e módulo de elasticidade do cimento resinoso (Tabela 8), mostrou que, de maneira geral, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,123$ e $p=0,246$, respectivamente). A Tabela 9 mostra que não houve diferença estatisticamente significativa para ambas as propriedades mecânicas analisadas do cimento RelyX Ultimate quando diferentes protocolos de aplicação dos sistemas adesivos foram

utilizados ($p > 0,05$). O maior poder do teste encontrado na análise de nanodureza foi de 100%, enquanto o maior poder encontrado para o teste de módulo de elasticidade foi de 99,03%.

Discussão

O emprego da cerâmica vítrea reforçada por dissilicato de lítio como material restaurador indireto vêm sendo popularizado na Odontologia e cada vez mais tem se buscado a melhor maneira de empregá-lo, desde o preparo da restauração até o tipo de cimento a ser utilizado, sempre de acordo com o tipo de reabilitação, localização do elemento, espessura da restauração indireta e o substrato. A processo de união entre a restauração indireta e o cimento resinoso é um dos fatores determinantes na longevidade clínica quando se aplica cerâmicas vítreas para a reabilitação protética.^{8,9}

Neste estudo foi avaliado o efeito da aplicação e da fotoativação prévia de diferentes sistemas adesivos no interior de coroas cerâmicas com ênfase na resistência de união cimento-cerâmica e na análise das propriedades mecânicas de nanodureza e módulo de elasticidade dos diferentes adesivos e do cimento resinoso utilizado. A utilização dos sistemas adesivos após a aplicação do silano teria como objetivo melhorar a efetividade da adesão, promovendo melhor umedecimento²⁷ do cimento resinoso com a superfície silanizada da cerâmica, já que as irregularidades criadas pelo condicionamento ácido poderiam não ser completamente preenchidas pelo cimento sobre a estrutura cerâmica.⁸ Na resistência de união foi observado que houve influência dos diferentes tipos de adesivos utilizados, bem como da fotoativação prévia ou não dos diferentes adesivos, rejeitando-se assim a primeira hipótese nula do estudo.

Diante dos resultados obtidos, os grupos onde foram utilizados os adesivos SBMP e SB2 sem a fotoativação prévia apresentaram os menores valores de resistência de união (Tabela 3). A maior viscosidade do adesivo SBMP poderia levar a um menor escoamento do material em comparação aos demais adesivos utilizados,¹⁸ gerando uma camada mais espessa, a qual poderia ter contribuído para

esse resultado. Enfere-se que, quando o mesmo não foi previamente fotoativado, essa maior viscosidade poderia ter dificultado a interação com o cimento resinoso, gerando uma camada “pura” de adesivo mais espessa e talvez menos polimerizada, resultando em menor resistência de união quando comparado com o grupo onde o adesivo foi previamente fotoativado (Tabela 3). Sua composição química é constituída por monômeros resinosos (Bis-GMA e HEMA), onde o Bis-GMA tem natureza hidrofóbica e o HEMA hidrofílica, e a presença de água do meio poderia levar a separação das fases nas ligações cruzadas, criando uma mistura resinosa heterogênea.²⁸ A canforoquinona, fotoiniciador mais utilizado, é hidrófoba, e monômeros hidrofílicos presentes poderiam levar a uma inadequada fotoiniciação gerando diminuição na qualidade da polimerização.²⁸ Já no grupo SB2, a presença dos solventes álcool e água diminuem tal viscosidade, permitindo melhor escoamento. No entanto, a inadequada evaporação dos solventes poderia gerar menor conversão do adesivo, e o solvente não evaporado poderia ser substituído por água, a qual, provavelmente, plastificaria o polímero²⁹ diminuindo a sua resistência mecânica. Além disso, a grande quantidade de monômeros hidrofílicos na composição do SB2, poderia levar a maior incorporação de água quando não corretamente fotoativado, resultando então no processo de hidrólise, quando ocorreria a quebra entre os polímeros pela incorporação de água.³⁰

A aplicação do SBU sem fotoativação prévia apresentou resultados estatisticamente semelhantes aos grupos onde houve a fotoativação prévia do adesivo bem como ao grupo onde não foi aplicado nenhum sistema adesivo (Tabela 3). Esse resultado pode ter sido influenciado pela composição do adesivo SBU. O adesivo SBU é um adesivo “multi-mode”³¹, o qual contém em sua composição a

incorporação de agente silano e 10-MDP, o qual poderia ter contribuído para os maiores valores de resistência de união, mesmo quando o ele não foi previamente fotoativado. O silano é um agente de união química, que tem como características a capacidade de copolimerizar com monômeros presentes no cimento resinoso, e também de reagir quimicamente com materiais que contenham silício na composição³¹, conectando a carga inorgânica da cerâmica vítrea com a matriz orgânica de materiais resinosos.^{6, 32} O 10-MDP é um monômero ácido fosfatado que tem como uma de suas características, a sua ligação quelante com cátions metálicos presentes na cerâmicas³¹ (principalmente nas cerâmicas policristalinas), tornando assim a ligação mais estável mesmo em meio aquoso³³. Essa característica do sistema adesivo poderia ter influenciado nos melhores resultados de resistência de união no grupo SBU quando em comparação com os outros grupos de adesivos não polimerizados (Tabela 3). Além disso, o fato dos melhores resultados da resistência de união, quando comparamos os sistemas adesivos não polimerizados, terem sido mostrados para o grupo SBU se deve também pela utilização do cimento resinoso dual Rely X Ultimate, que contem em sua formulação um ativador de cura tardia para o adesivo SBU, mostrando assim melhor performance quando utilizados juntos, com ou sem fotoativação do sistema adesivo.³¹

De maneira geral, quando os grupos de adesivos não fotoativados foram comparados com os dos grupos fotoativados, observou-se diferença estatisticamente significante entre eles, com maiores valores de resistência de união encontrados para os grupos fotoativados (Figura 1). Neste trabalho foram utilizados blocos de cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (emax cad D3 LT) apresentando cor, espessura e translucidez para a simulação de uma condição clínica desfavorável.

A cerâmica utilizada tem sua estrutura composta por cristais alongados/agulhados de dissilicato de lítio ($\text{Li}_2\text{Si}_2\text{O}_5$) dispostos um sobre os outros como andaimes/arcabouços, o que prejudicaria a transmissão de luz quando comparada a uma cerâmica reforçada por leucita.³⁴ Sendo assim, face a importância da fotoativação prévia dos sistemas adesivos SBMP e SB2 (Tabela 3), justifica-se o uso de um fotopolimerizador LED de alta intensidade e amplo espectro, já que uma quantidade substancial de luz seria perdida por absorção, dispersão ou sua transmissão pela cerâmica.^{2,34} As falhas prematuras no processo de união, as quais ocorreram nos grupos de adesivos não fotoativados (Tabela 3), e o padrão preponderante de falhas adesivas (Figura 2) nestes grupos, corroboram com estes resultados (Figuras 5 e 6).

Nas propriedades de nanodureza e módulo de elasticidade, observou-se que não houve influência da fotoativação prévia nos diferentes tipos de adesivos utilizados (Tabela 6), bem como nenhum efeito nas propriedades mecânicas do cimento utilizado (Tabela 9), aceitando-se assim, a segunda hipótese nula do estudo. Embora essa diferença não tenha sido estatisticamente significativa, maiores valores nas propriedades mecânicas foram encontrados para os grupos SB2 e SBU sem fotoativação, em comparação com os respectivos grupos fotoativados (Tabela 6). Especula-se que a não fotoativação prévia do sistema adesivo possa ter permitido que o material tenha sofrido uma mistura com o cimento resinoso durante o processo de cimentação (Figuras 8 e 9), o que poderia ter garantido propriedades mecânicas superiores, em virtude, em especial, da presença das partículas inorgânicas do cimento resinoso, constituídas na sua maioria por partículas de vidro ou sílica, com a função de melhorar as propriedades mecânicas, redução da solubilidade e contração

volumétrica do material.³⁵ Nas Figuras 7b, 8b e 9b evidencia-se uma camada de adesivo separada do cimento resinoso, indicada por setas representativas, quando o mesmo foi previamente fotoativado, em comparação com o material sem fotoativação (Figuras 7a, 8a e 9a). Como os valores de nanodureza e módulo de elasticidade foram mensurados por técnica de nanoindentação, com precisão para indentar áreas delgadas de uma interface adesiva, nos grupos onde os adesivos foram previamente polimerizados, uma camada mais “pura” de adesivo pode ter sido indentada, sem interferência do cimento resinoso, o que poderia ter contribuído para os resultados encontrados. Para o adesivo SBMP, embora sem diferença estatisticamente significativa, maiores valores de nanodureza e módulo de elasticidade foram encontrados para o material previamente fotoativado (Tabela 6), com comparação ao material não polimerizado. Como o mesmo apresenta maior viscosidade em comparação aos demais materiais,¹⁸ possivelmente a interação com o conteúdo inorgânico do cimento possa ter sido prejudicada, demonstrando a importância da fotoativação prévia quando da utilização deste material.

Na comparação das propriedades mecânicas entre os diferentes adesivos utilizados, para o grupo SBMP com fotoativação, a nanodureza e o módulo de elasticidade se mostraram mais elevados quando em comparação com os outros sistemas adesivos fotoativados (Tabela 6). A composição do SBMP poderia ser responsável por este resultado, devido à elevada quantidade de monômeros Bis-GMA, que possuem maior capacidade de formação de ligações cruzadas e de polímeros mais rígidos.³⁶ Além disso, devido à sua natureza hidrofóbica, seu maior grau de polimerização poderia estar relacionado com sua menor permeabilidade à água.¹⁸ A presença de altas quantidades de solventes nos sistemas adesivos SB2 e

SBU, sugerem a possibilidade de diminuição dos valores das propriedades mecânicas devido às mudanças na estrutura e na quantidade de ligações cruzadas, levando assim à formação de polímeros menos resistentes,³⁶ resultados que corroboram com os padrões de fratura desses grupos, onde o SB2 sem fotoativação apresentou somente falhas do tipo adesiva (Figura 5a), enquanto no SBU sem fotoativação, as falhas preponderantes também se mostraram do tipo adesiva (Figura 6a).

Os resultados obtidos neste estudo, mostram que, isoladamente, as propriedades mecânicas dos sistemas adesivos e cimento resinoso, podem não estar diretamente relacionados à melhor ou pior efetividade da interface adesiva como um todo. No processo de cimentação de restaurações indiretas, busca-se não somente a maior conversão dos materiais resinosos envolvidos, mas também, simultaneamente, maior interação química e/ou mecânica entre todas as estruturas envolvidas nesta interface. De maneira geral, ressalta-se, baseado nos resultados encontrados, a importância da fotoativação prévia de sistemas adesivos no interior de coroas cerâmicas, em especial dos adesivos SBMP e SB2. A aplicação do adesivo sem fotoativação poderia ter influenciado na polimerização do cimento empregado e a não polimerização adequada do conjunto adesivo/cimento poderia ter impedido a formação das ligações covalentes necessárias para gerar um adequado processo de união.^{37,38} O adesivo SBU foi o único material cuja fotoativação prévia não demonstrou melhoria da interface adesiva quando comparado à não fotoativação prévia.

Alguns fatores limitantes deste estudo podem ser evidenciados, como a falta de avaliação imediata e a longo prazo da resistência de união e das propriedades mecânicas dos materiais utilizados. Estudos futuros que envolvam o estudo de materiais que promovam melhor efetividade da cimentação de coroas cerâmicas são

necessários, na busca pelo melhor protocolo clínico, gerando assim maiores taxas de sucesso a longo prazo. Dessa maneira, o conhecimento dos materiais envolvidos no processo de cimentação resinosa é essencial para a longevidade e sucesso clínico das restaurações indiretas.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos, concluiu-se que a aplicação de sistemas adesivos na superfície silanizada da cerâmica se mostrou desnecessária. Dentre os adesivos estudados, o SBU foi o único material que se mostrou eficaz com ou sem fotoativação prévia. Para os demais adesivos estudados, SBMP e SB2, a fotoativação prévia se mostrou necessária para otimizar a resistência de união da interface adesiva estudada.

Referências

Referências

1. Pieger S, Salman A & Bidra AS (2014) Clinical outcomes of lithium disilicate single crowns and partial fixed dental prostheses: A systematic review *Journal of Prosthetic Dentistry* **112(1)** 22-30.
2. Lührs AK, De Munck J, Geurtsen W & Van Meerbeek B (2014) Composite cements benefit from light-curing *Dental Materials* **30(3)** 292-301.
3. Toman M & Toksavul S (2015) Clinical evaluation of 121 lithium disilicate all-ceramic crowns up to 9 years *Quintessence International* **46(3)** 189-197.
4. Walton JN, Gardner FM & Agar JR (1986) A survey of crown and fixed partial denture failures: length of service and reasons for replacement *The Journal of Prosthetic Dentistry* **56(4)** 416-421.
5. Taskonak B & Sertgöz A (2006) Two-year clinical evaluation of lithia-disilicate-based all-ceramic crowns and fixed partial dentures *Dental Materials* **22(11)** 1008-1013.
6. Kalavacharla VK, Lawson NC, Ramp LC & Burgess JO (2015) Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength *Operative Dentistry* **40(4)** 372-378.
7. Lawson NC & Burgess JO (2014) Dental ceramics: a current review *Compendium Of Continuing Education In Dentistry* **35(3)** 161-168.
8. Sundfeld Neto D, Naves LZ, Costa AR, Correr AB, Consani S, Borges GA & Correr-Sobrinho L (2015) The effect of hydrofluoric acid concentration on the bond strength

*Normalização segundo a revista Operative Dentistry (Anexo 1)

and morphology of the surface and interface of glass ceramics to a resin cement *Operative Dentistry* **40(5)** 470-479.

9. Tian T, Tsoi JK, Matinlinna JP & Burrow MF (2014) Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials *Dental Materials* **30(7)** 147–162.

10. Van Dijken JW & Hasselrot L (2010) A prospective 15-year evaluation of extensive dentin-enamel-bonded pressed ceramic coverages *Dental Materials* **26(9)** 929–939.

11. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR & Ferrari M (2008) Self-adhesive resin cements: a literature review *The Journal of Adhesive Dentistry* **10(4)** 251–258.

12. Oztürk E, Hickel R, Bolay S & Ilie N (2012) Micromechanical properties of veneer luting resins after curing through ceramics *Clinical Oral Investigations* **16(1)** 139–146.

13. Kelly JR & Benetti P (2011) Ceramic materials in dentistry: historical evolution and current practice *Australian Dental Journal* **56(Supplement 1)** 84-96.

14. Benetti P, Della Bona A & Kelly JR (2010) Evaluation of thermal compatibility between core and veneer dental ceramics using shear bond strength test and contact angle measurement *Dental Materials* **26(8)** 743–750.

15. Beier US, Kapferer I, Burtscher D & Dumfahrt H (2012) Clinical performance of porcelain laminate veneers for up to 20 years *The International Journal of Prosthodontics* **25(1)** 79–85.

16. Peutzfeldt A, Sahafi, A & Flury S (2011) Bonding of restorative materials to dentin with various luting agents *Operative Dentistry* **36(3)** 266–273.

17. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P & Vanherle G (2003) Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges *OperativeDentistry* **28(3)** 215-235.

*Normalização segundo a revista Operative Dentistry (Anexo 1)

18. Silva e Souza MH, Carneiro KG, Lobato MF, Silva e Souza P de A & de Góes MF (2010) Adhesive systems: important aspects related to their composition and clinical use *Journal of Applied Oral Science* **18(3)** 207-214.
19. Hitz T, Stawarczyk B, Fischer J, Hämmerle CH & Sailer I (2012) Are self-adhesive resin cements a valid alternative to conventional resin cements? A laboratory study of the long-term bond strength *Dental Materials* **28(11)** 1183-1190.
20. Rathke A, Hokenmaier G, Muche R & Haller B (2012) Effectiveness of the bond established between ceramic inlays and dentin using different luting protocols *The Journal of Adhesive Dentistry* **14(2)** 147-154.
21. Higashi C, Michel MD, Reis A, Loguercio AD, Gomes OM & Gomes JC (2009) Impact of adhesive application and moisture on the mechanical properties of the adhesive interface determined by the nano-indentation technique *Operative Dentistry* **34(1)** 51-57.
22. Catelan A, Pollard T, Bedran-Russo AK, Santos PD, Ambrosano G & Aguiar F (2014) Light-curing time and aging effects on the nanomechanical properties of methacrylate- and silorane-based restorations *Operative Dentistry* **39(4)** 389-397.
23. Borges GA, Spohr AM, de Góes MF, Sobrinho, LC & Chan DC (2003) Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of diferente dental ceramics *The Journal of Prosthetic Dentistry* **89(5)** 479-488.
24. Prata RA, de Oliveira VP, de Menezes FC, Borges GA, de Andrade OS & Gonçalves LS (2011) Effect of “Try-in “paste removal method on bond strength to lithium disilicate ceramic *Journal of Dentistry* **39(12)** 863-870.

*Normalização segundo a revista Operative Dentistry (Anexo 1)

25. Ilie N & Hickel Reinhard (2008) Correlation between ceramics translucency and polymerization efficiency through ceramics *Dental Materials* **24(7)** 908-914.
26. Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfefferkom F, Ferrari M & Van Meerbeek (2017) Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength (μ TBS) approach *Dental Materials* **33(2)** 133-143.
27. Oh WS, Shen C, Alegre B & Anusavice KJ (2002) Wetting characteristic of ceramic to water and adhesive resin *The Journal of Prosthetic Dentistry* **88(6)** 616-621.
28. Ye Q, Spencer P & Wang Y (2007) Nanoscale patterning in crosslinked methacrylate copolymer networks: an atomic force microscopy study *Journal of Applied Polymer Science* **106(6)** 3843-3851.
29. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M & Tezvergil-Mutluay A (2011) State of the art etch-and-rinse adhesives *Dental Materias* **27(1)** 1-16.
30. Breschi L, Mazzoni A, Ruggeri A, Cadenaro M, Di Lenarda R & De Stefano Dorigo, E (2008) Dental adhesion review: aging and stability of the bonded interface *Dental Materials* **24(1)** 90-101.
31. Murillo-Gómez F, Rueggeberg FA & De Goes MF (2017) Short-and-long term bond strength between resin cement and glass-ceramic using a silane-containing universal adhesive *Operative Dentistry* **42(3)** 000-000.
32. Anagnostopoulos T, Eliades G & Palaghias G (1993) Composition, reactivity and surface interactions of three dental silane primers *Dental Materials* **9(3)** 182-190.
33. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J & Van Landuyt KL (2011) State of the art of self-etch adhesives *Dental Materias* **27(1)** 17-28.

*Normalização segundo a revista Operative Dentistry (Anexo 1)

34. Ilie N & Hickel Reinhard (2008) Correlation between ceramics translucency and polymerization efficiency through ceramics *Dental Materials* **24(7)** 908-914.
35. Diaz-Arnold AM, Vargas MA & Haselton DR (1999) Current status of luting agents for fixed prosthodontics *The Journal of Prosthetic Dentistry* **81(2)** 135-141.
36. Gaglianone, LA, Lima AF, Gonçalves LS, Cavalcanti NA, Aguiar FH & Marchi GM (2012) Mechanical properties and degree of conversion of etch-and-rinse adhesive systems cured by a quartz tungsten halogen lamp and a light-emitting diode *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials* **12** 139-143.
37. Roulet JF, Söderholm KJ & Longmate J (1995) Effects of treatment and storage conditions on ceramic/composite bond strength *Journal of Dental Research* **74(1)** 381-387.
38. Della Bona A, Shen C & Anusavice KJ (2004) Work of adhesion of resin on treated lithia disilicate-based ceramic *Dental Materials* **20(4)** 338-344.

Tabelas

Tabela 1: Identificação dos materiais em relação a sua classificação, lote e composição química

MATERIAL	TIPO DO MATERIAL	FABRICANTE/lote	COMPOSIÇÃO
IPS e.max CAD	Cerâmica vítrea reforçada por dissilicato de lítio/LT D3	Ivoclar Vivadent	SiO ₂ , Li ₂ O, K ₂ O, MgO, Al ₂ O ₃ , P ₂ O ₅ e outros óxidos
Z350 XT	Resina composta/A6B	3M ESPE/N734382	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, e Bis-EMA
RelyX ceramic primer	silano	3M ESPE/N662908	Álcool etílico, água, methacriloxipropiltrimetoxisilano
Adper Scotchbond Multipurpose	Sistema adesivo	3M ESPE/515442	Adesivo: Bis-GMA, HEMA, trifetilantimônia
Single Bond 2	Sistema adesivo	3M ESPE/639238	Álcool etílico, bis-GMA, sílica tratada, HEMA, glicerol1,3-dimetacrilato, copolímero de ácido acrílico e ácido itacônico, água, UDMA, difeniliodônio hexafluorofosfato, EDMAB
Single Bond Universal	Sistema adesivo	3M ESPE/595105	Metacrilato de 2-hidroxietila, Bis-GMA, Decametileno dimetacrilato, etanol, sílica tratada de silano, água, 1-10-MDP, copolímero de acrílico e ácido itacônico, canforoquinona, N,N-Dimetilbenzocáína
RelyX Ultimate	Cimento resinoso/A1	3M ESPE/596263	Monômero metacrilato, radiopacificadores, cargas silánicas alcalinas, componente iniciador, estabilizador, aditivos reológicos, pigmentos

Tabela 2: Análise de Variância (ANOVA) dos valores de resistência de união**ANOVA Table for Resistência**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Group	6	881.479	146.913	2.407	.0434	14.440
Residual	42	2563.787	61.043			

Tabela 3: Valores de resistência de união em MPa (média \pm desvio padrão) e número de falhas prematuras da interface adesiva, de acordo com o sistema adesivo empregado

	Sem adesivo	SBMP sem fotoativação	SBMP com fotoativação	SB2 sem fotoativação	SB2 com fotoativação	SBU sem fotoativação	SBU com fotoativação
<i>Resistência de união</i>	18,97 \pm 4,60 A	9,10 \pm 3,48 B	18,79 \pm 11,05 A	9,03 \pm 5,26 B	17,24 \pm 9,31 AB	18,54 \pm 10,15 A	18,40 \pm 7,35 A
<i>Falha prematura</i>	2/56	2/56	0/56	2/56	0/56	1/56	0/56

Valores médios de resistência de união seguidos por letras distintas na linha, apresentam diferença estatisticamente significante ($p < 0,05$)

Tabela 4: Análise de Variância (ANOVA) dois fatores da nanodureza dos sistemas adesivos**ANOVA Table for Hardness**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	287878.577	143939.289	10.493	.0023	20.987
Light-cured	1	2480.662	2480.662	.181	.6782	.181
Adhesive * Light-cured	2	117274.901	58637.451	4.275	.0397	8.549
Residual	12	164606.933	13717.244			

Tabela 5: Análise de Variância (ANOVA) dois fatores do módulo de elasticidade dos sistemas adesivos**ANOVA Table for Modulus**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	26.910	13.455	3.823	.0519	7.647
Light-cured	1	10.140	10.140	2.881	.1154	2.881
Adhesive * Light-cured	2	17.471	8.735	2.482	.1253	4.965
Residual	12	42.229	3.519			

Tabela 6: Valores de nanodureza H em MPa (média ± desvio padrão) e módulo de elasticidade Er em GPa (média ± desvio padrão) dos sistemas adesivos utilizados, em função da prévia ativação

		SBMP	SB2	SBU
<i>H</i>	<i>sem fotoativação</i>	676,03 ± 96,95 Aa	640,60 ± 81,47 Aa	510,44 ± 114,52 Aa
	<i>com fotoativação</i>	868,20 ± 140,70 Aa	444,40 ± 118,29 Ba	444,02 ± 139,12 Ba
<i>Er</i>	<i>sem fotoativação</i>	12,81 ± 1,54 Aa	12,96 ± 1,33 Aa	11,71 ± 2,12 Aa
	<i>com fotoativação</i>	14,03 ± 1,23 Aa	9,59 ± 2,34 Ba	9,36 ± 2,33 Ba

Valores médios seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, apresentam diferença estatisticamente significativa para cada propriedade mecânica analisada ($p < 0,05$)

Tabela 7: Análise de Variância (ANOVA) da nanodureza do cimento resinoso RelyX Ultimate

ANOVA Table for Nanohardness

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Groups	6	2059373.685	343228.947	2.071	.1227	12.428
Residual	14	2319923.886	165708.849			

Tabela 8: Análise de Variância (ANOVA) do módulo de elasticidade do cimento resinoso RelyX Ultimate

ANOVA Table for Modulus

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Groups	6	53.101	8.850	1.507	.2462	9.045
Residual	14	82.194	5.871			

Tabela 9: Valores de nanodureza H em MPa (média ± desvio padrão) e módulo de elasticidade Er em GPa (média ± desvio padrão) do cimento resinoso RelyX Ultimate

	Sem adesivo	SBMP sem fotoativação	SBMP com fotoativação	SB2 sem fotoativação	SB2 com fotoativação	SBU sem fotoativação	SBU com fotoativação
<i>H</i>	940,21 ± 28,82 A	854,38 ± 104,20 A	1471,74 ± 676,12 A	1644,16 ± 720,74 A	778,66 ± 11,24 A	867,75 ± 101,66 A	988,06 ± 401,49 A
<i>Er</i>	16,91 ± 0,94 A	17,48 ± 1,20 A	19,17 ± 5,23 A	20,48 ± 2,66 A	15,22 ± 0,70 A	17,82 ± 0,78 A	16,72 ± 1,77 A

Valores médios seguidos por letras distintas, maiúsculas na linha, apresentam diferença estatisticamente significativa para cada propriedade mecânica analisada ($p < 0,05$)

Figuras

Figura 1: Média geral dos valores de resistência de união (MPa) dos grupos fotoativados e não fotoativados

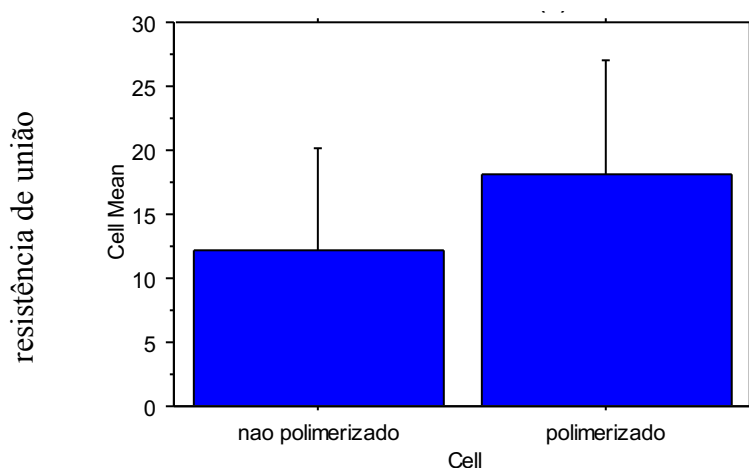


Figura 2: Padrão de fratura dos palitos obtidos após teste de resistência de união (%)

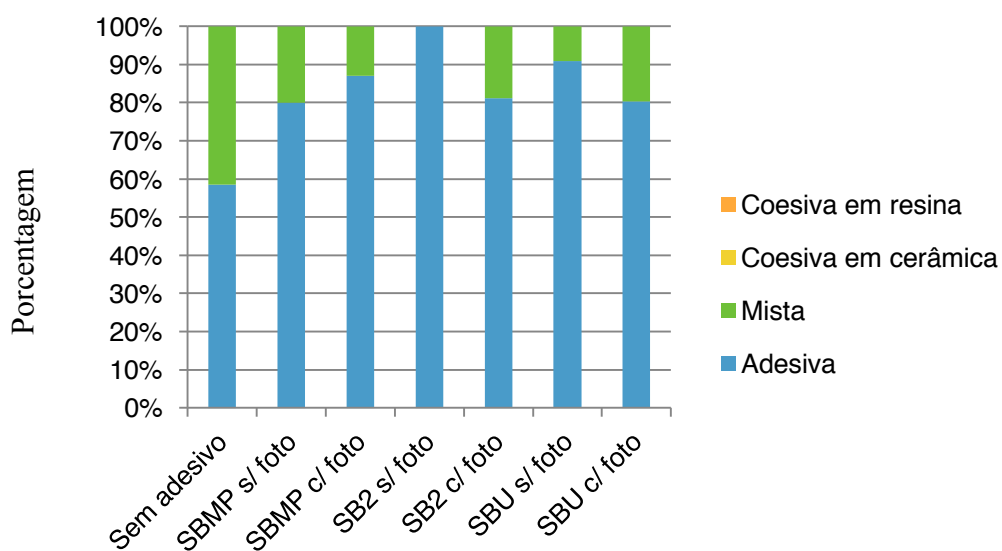


Figura 3: Amostra representativa do padrão de fratura mista, na superfície da cerâmica, do grupo sem aplicação de adesivo

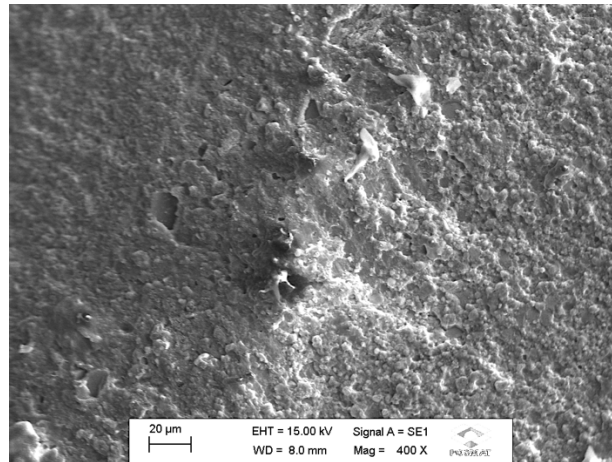


Figura 4: a. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo mista, na superfície da cerâmica, do grupo SBMP sem fotoativação; b. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo adesiva, na superfície da cerâmica, do grupo SBMP com fotoativação

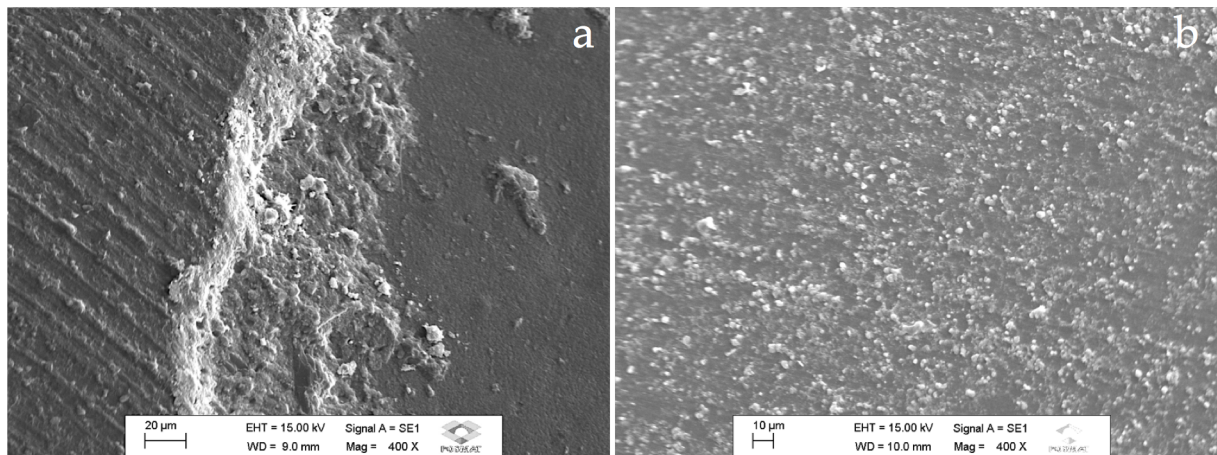


Figura 5: a. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo adesiva, na superfície da cerâmica, do grupo SB2 sem fotoativação; b. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo mista, na superfície da cerâmica, do grupo SB2 com fotoativação

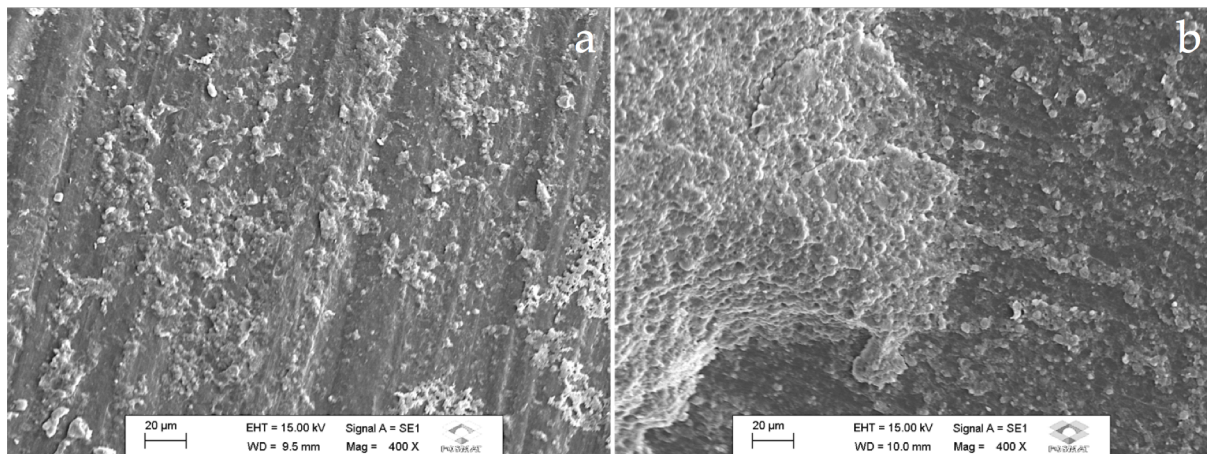


Figura 6: a. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo adesiva, na superfície da cerâmica, do grupo SBU sem fotoativação; b. Amostra representativa do padrão de fratura do tipo mista, na superfície da cerâmica, do grupo SBU com fotoativação

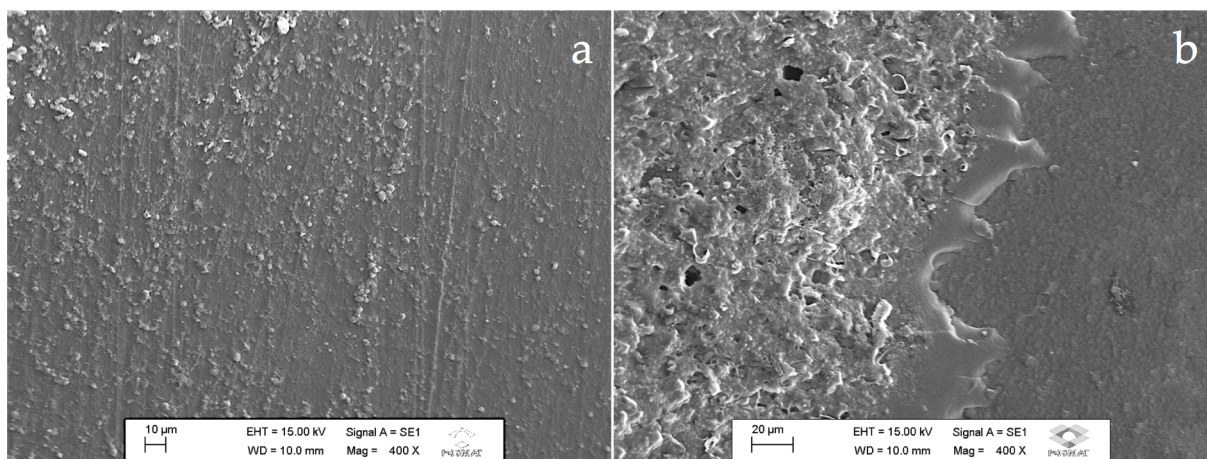
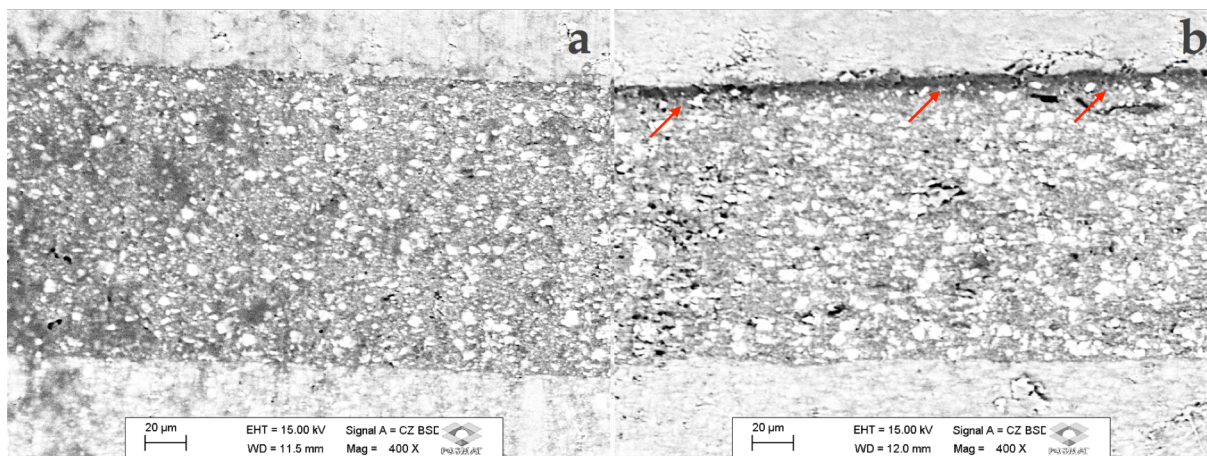
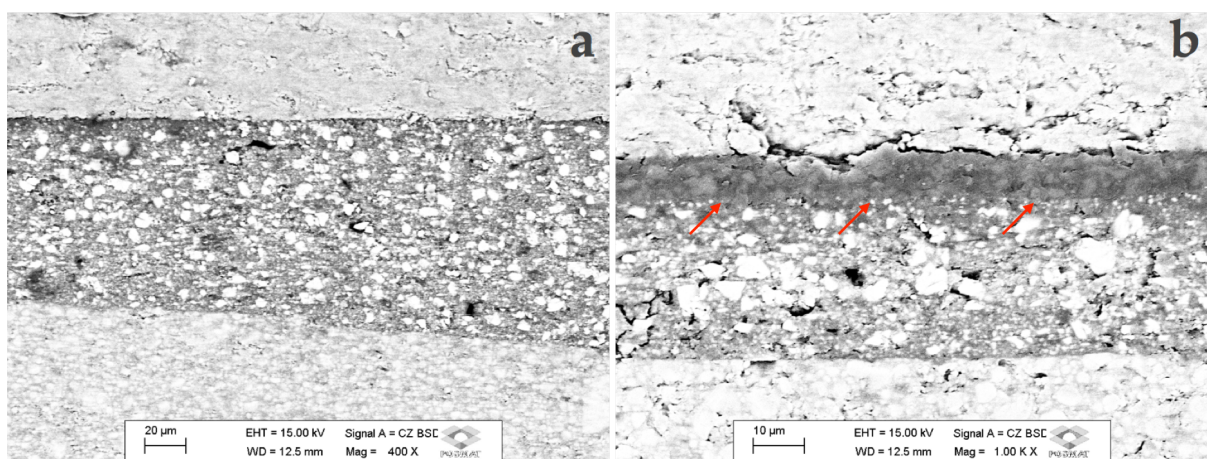


Figura 7: a. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBMP sem fotoativação; b. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBMP com fotoativação



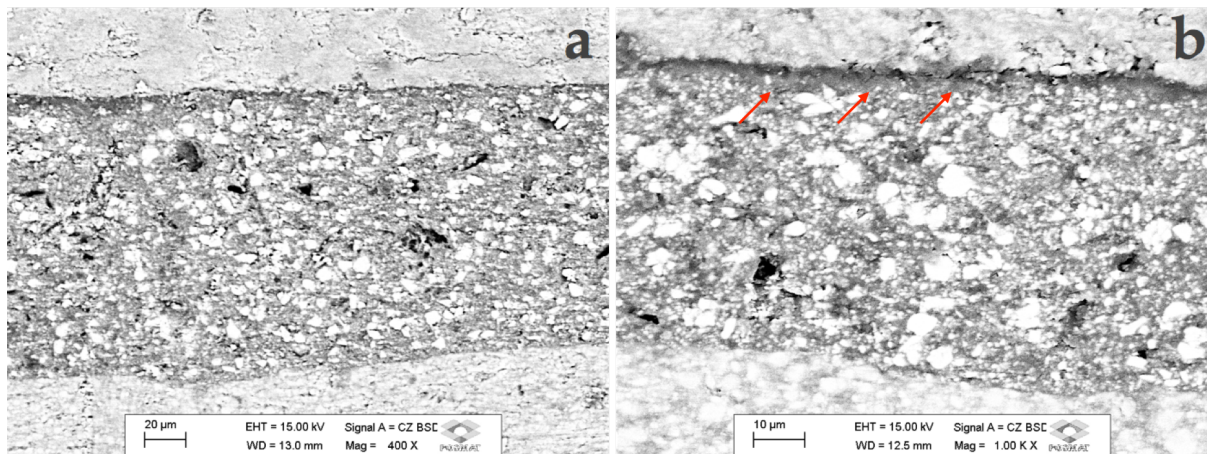
*Setas representativas da camada de adesivo polimerizada

Figura 8: a. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SB2 sem fotoativação; b. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SB2 com fotoativação



*Setas representativas da camada de adesivo polimerizada

Figura 9: a. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBU sem fotoativação; b. Amostra representativa em MEV por difração de elétrons retroespalhados da interface adesiva, do grupo SBU com fotoativação



*Setas representativas da camada de adesivo polimerizada

Anexos

Anexo 1: Normas da revista selecionada para a publicação o artigo.

OPERATIVE DENTISTRY

Operative Dentistry, Inc. is committed to providing current, relevant, peer reviewed articles and other educational opportunities that advance the practice of restorative dentistry to practicing general and restorative dentists. The scope of our offerings to the dental community is based on a scientific foundation and includes: disease prevention; conservation of tooth structure; biomaterials and their application in the restoration of teeth; interdisciplinary interactions; dental education; and the social, political, and economic aspects of dental practice.

Claims:

Missing issue claims will not be accepted when the shipping address is an (air) forwarding service address.(1) Missing issue claims are accepted only when the shipping address is the customer's end user address.(2)

We will honor claims postmarked between(3) the following dates:

North America Rest of World Issue one 15 Jan. – 15 Feb. 30 Jan. – 30 Mar.

Issue two 15 Mar. – 15 Apr. 30 Mar. – 30 May

Issue three 15 May – 15 Jun. 30 May – 30 Jul.

Issue four 15 Jul. – 15 Aug. 30 Jul. – 30 Sep.

Issue five 15 Sep. – 15 Oct. 30 Sep. – 30 Nov.

Issue six 15 Nov. – 15 Dec. 30 Nov. – 30 Jan (following year)

Supplements (4) 15 - 45 days after mailing 30 – 90 days after mailing

Outside of this claim time, claims will be denied and issues will be available for purchase at the normal issue price of 40.00 USD, which includes postage.

Issues, when running on a normal print schedule, should mail from our press four days before the first day of the publication month. Replacement issues are mailed from our offices on the 1st and 3rd Fridays of each month.

Operative Dentistry, Inc. (OpDent) will fulfill one (1) free claimed issue per subscription period, so long as the claim is postmarked within the claim period(3). A valid end-user email address must accompany any claim in order for us to send e-mail confirmation of postage or status. If more than one issue is claimed, we will replace the most recent issue in accordance with the above policies. OpDent

reserves the right to provide reprinted replacement issues once the original press run stock is depleted.

Free replacement copies will not be sent to replace issues undelivered due to a subscriber's failure to notify the publisher of a change of address. Any replacements of this type will be charged as a back issue. OpDent must have address changes at least 4 weeks prior to an issue print date for uninterrupted service as that is when our mailing list is forwarded to our press for production and postage.

For the purposes of claim validation, a subscriber's name on our Allen Press submitted mailing list will act as a confirmation of mailing, with the exception of countries in which there is a designated OpDent distributor. Countries with distributors are listed below with their specific policy exceptions.

INDIA. All journals will be delivered via courier and will require a signature upon

delivery. All questions regarding subscriptions, payment, orders or claims from any individual or institutional subscriber based in India should be addressed to International Subscription Agency (ISA) at intl@bsnl.in. Notice from our exclusive distributor, ISA at backvolumes@gmail.com of receipt details will act as proof of delivery. A confirmation from ISA of proof of delivery will invalidate any claim for that issue. ISA uses an air forwarding service; this service is exempt from the forwarding policy listed above.

- (1) For the purposes of a claim, any organization that forwards items without regard to the subscriber's customer ID number on the address label will be considered an (air) forwarding service.
- (2) For the purposes of a claim, post boxes in the end user's home city will be considered an end user address and not a forwarding service.
- (3) Extensions to these dates will be made should the issue mail later than its normal schedule. The extension will be equal to the number of days the issue was delayed. If no postmark appears, the date of receipt will be used in the calculation.
- (4) Supplements are not issued every year. Only 6 have been issued from 1975 to 2013

Postal Damage:

We take great care and expense to choose the best shipping method and packaging for our journals. We hope you understand that OpDent cannot accept responsibility for postal system practices. However, if you would like to use your allotted free replacement issue we will honor the damage claim.

Late Fees:

Subscription terms will be honored as requested upon receipt of payment in the OpDent office. If the subscription term requested is received after the 10th day of the month preceding the normal issue's mailing date, the subscription will be considered late. (For example, if a subscriber would like to have a calendar year subscription – Jan 2014 to Dec 2014, and the payment is received in the OpDent offices on 9 December 2013, all the issues will be distributed as usual, if the payment is received on 11 December 2013 the subscription will be considered late.)

The late fee is \$20.00USD for USA and \$25.00 for all others countries per issue, and cannot exceed 5 issues. A request for a 6 issue late fee will be billed as a back volume at the regular price of \$240.00USD in lieu of a subscription payment.

Backstarting your subscription by the payment of late fees is allowable at any time so long as the request falls within the 6 issue (1 subscription year) framework (for example, a subscriber may not request to backstart their subscription by 4 issues, if 3 issues have already mailed to the subscriber.)

Late Paper Only Subscription:

If your subscription is received late, your subscription term will be entered as requested on your order, you will gain temporary access to the online Journal (email address required) for the paper issues that have already been mailed, and an invoice will be sent to you for the late fee(s) due. Upon receipt of the late fee(s) your paper back-issue(s) will be mailed and your temporary internet access will be terminated. If you do not pay the late fee, your online access

for those issues will remain active in perpetuity.

Late Online Only Subscription:

There is no late fee associated with online only subscriptions as they will run for the calendar year requested. An exception to this rule is for those who have an unexpired split year subscription upon receipt of subscription payment. In these situations, the online subscription will be extended for six issues from the current expiration date.

Late Online and Paper Subscription:

The paper subscription will take precedence and the online subscription will be tied to the term of the paper subscription and will follow the terms of the paper only subscription as outlined above.

Academy Members:

It is the Academy Member's responsibility to ensure that their dues are paid on-time. All Academy members are entered as a calendar year subscription. If a subscription is sent late to our offices, the member's subscription will begin with the next available issue. Back issues will be sent only upon specific request from the member to Operative Dentistry.

Subscription Fees:

Pricing for this journal is reflected in the most current edition of Operative Dentistry's Subscription Fact sheet – available at <https://www.jopdent.com/subscribe/subInfo.pdf>. Each new addition replaces the old and is effective immediately upon publication. The rates for USA and ALL OTHERS is based upon the ENDUSER address and not on the mailing address.

Agencies that process subscriptions for their clients are responsible to know the policies and procedures of this journal as outlined. Ignorance of policy is not a valid reason for placing a claim. Agencies who knowingly falsify subscription types or end-user addresses will become ineligible to do business with OpDent.

Refunds:

Refund requests will be honored, and will be prorated according to the issues left in the subscribers paid term.

An issue is no longer eligible for a refund once the official mailing list has been generated and sent to Allen Press, our printing partner, whether the issue has mailed or not.

Wire Transfers:

OpDent welcomes wire transfers, but charges a \$25.00USD fee on top of the requested subscription price to cover the fees charged by our bank.

The Subscriber is responsible for all wire transfer fees from their bank.

The form found at, <http://www.jopdent.org/subscribe/WireTransfer.pdf> contains all the pertinent wire transfer information and must be completed and sent to our offices for proper credit to be applied to your account.

Back Issues and Back Volumes:

All back issues of OpDent are available from our offices for \$40.00USD per issue or

\$240.00USD per volume. OpDent reserves the right to substitute a full volume for a back issue(s) request at no additional charge. OpDent reserves the right to fill a back issue/volume request with a reprinted copy once the original press run is depleted.

All reprinted back issues and volumes are reprinted from a digitized master of the original press run, or from the original digital printing plates, and are printed on acid-free paper.

Back Volume orders are eligible for a \$10.00USD discount per volume for subscription agencies.

Online access is available for blocked volume years for an additional \$40.00USD with the purchase of that volume year's print back volume. For online only back volumes, the price is \$75.00USD per blocked volume. Volumes are open access after 36 months from publication, and are free to the public.

Renewal Notices:

OpDent will generally send renewal notices to those subscribers whose term expires within 2 issues, and to those whose subscription expired 5 issues prior to the preplanned renewal notice date. Notices are generally sent in September of each year. It is the subscriber's responsibility to be aware of their term expiration and to keep their subscription up-to-date.

On the aforementioned renewal notice date, those who have been expired from 6 to 12 issues will be sent an invitation to subscribe.

Academy Members:

Operative Dentistry is the official journal for the following Dental Academies:

Academy of Operative Dentistry (AOD) Academy of R V Tucker Study Clubs (ARVTSC) & American Academy of Gold Foil Operators (AAGFO)

It is the position of Operative Dentistry, Inc. that each academy is unique and offers its members exclusive benefits, and, as such, each academy is served equally regardless of member numbers or length of time as parent academies to the journal. Subscription monies paid by the academy to the journal are paid as a benefit to the Academy member by the Academy. The money that is collected by the academy then is, by definition, a part of the academy dues, and not an "add on", or selectable option of membership.

Members that belong to more than one of our parent academies are required to pay their full dues to each academy for which they desire membership. As a benefit to these individuals, although not stated in any by-laws or policies, money received from these individuals will be handled in the following manner and order:

- _The additional credited money can go toward a gift subscription to an individual of the subscriber's choosing, or
- _The additional funds can be donated to the general funds of the journal to help keep all member costs low, or
- _If no direction is given, then the additional money will be returned to the member (upon receipt of the second set of funds).

Members of the listed academies receive their subscriptions for less than the cost of publication. A discount on various OpDent offerings may be offered during the AOD, ARVTSC or AAGFO Annual Meetings. These discounts are valid only at the meetings. For purposes of subscription, OpDent considers the date that OpDent received the

subscription monies from the academy as the date of subscription, and not the date when the dues were sent to the academy. This means that members who did not get their annual dues into their academy by the official date set by the individual academy run the risk of subscription monies being sent to the journal offices late, thereby missing the mailing date of a particular issue.

Members who feel a pressing need to dispute a policy matter should first query the OpDent offices for clarification of the policy, and then, if not satisfied, may take the issue to the secretary of their Academy for resolution. An agreement between the Executive Board of the Academy and the OpDent Editor will be considered a binding and final resolution.

As the Publication and Education arm of the Academies, we are willing and able to assist the academies and their official clubs with any endeavor pertaining to these areas. Fees, if any, will be negotiated with the requesting unit.

Continuing Dental Education

Goals

1. To recognize and encourage dental professionals who give of their time and talents to provide the dental community with current and relevant dental literature. a. Provide appropriate CE units to authors of peer-reviewed manuscripts accepted by the Editorial Staff of Operative Dentistry.

b. Provide 2 units of CE Credit to the reviewers of manuscripts which are within the scope of, and are deemed to have relevance by the Editor of, Operative Dentistry.

c. Provide feedback to both authors and reviewers of reviewed manuscripts i. Authors receive the comments of two different reviewers

ii. Authors receive the comments (if any) of the Editor

iii. Reviewers receive the comments of each other relating to the manuscript

iv. Reviewers receive the comments and justifications from the authors regarding the review comments made, upon receipt of a revised manuscript (if revisions have been requested by the Editor)

2. To support the Parent Academies of Operative Dentistry in their pursuit of dental education by providing an administrative infrastructure that allows each Academy to focus on the practice of dentistry. a. Provide CDE administrative support by maintaining ADA CERP recognition. i. Offer Joint Sponsorship opportunities to the Academies for their annual meetings.

ii. Offer Joint Sponsorship opportunities to the Study Clubs affiliated with the Academies for their monthly study/clinical meetings.

b. Maintain high standards of planning and feedback to the Academies relating to their annual meetings. i. Provide a continuous dialog relating to the needs, requirements and guidelines of the ADA CERP recognition program as it relates to the planning, publicity and execution of each academy's annual meeting agenda.

ii. Provide anonymous aggregated feedback to the Academy Executive Board, and to each presenter/instructor involved in the joint-sponsored meetings, of the responses of the participants in each activity for the purpose of gauging interest for future presentations/activities as well as for consideration by the presenters/instructors of the effectiveness of their presentation/activity.

ADA CERP (American Dental Association Continuing Education Recognized Provider) Operative Dentistry, Inc. is an ADA CERP Recognized Provider. ADA CERP is a

service of the American Dental Association to assist dental professionals in identifying quality providers of continuing dental education. ADA CERP does not approve or endorse individual courses or instructors, nor does it imply acceptance of credit hours by boards of dentistry.

In publicity materials for activities that are sponsored, or jointly sponsored by Operative Dentistry, Inc. we will always publish the number of CDE credit units that will be offered.

Concerns or complaints about OpDent as a CE provider may be directed to the OpDent Offices at editor@jopdent.org or to ADA CERP at ADA.org/cerp.

Joint Sponsorship Opportunities

OpDent is willing to act as joint sponsor to those organizations who would like to offer quality Continuing Dental Education, but do not have the means to become accredited themselves. The rules and regulations for this joint sponsorship, as well as any fees for the service can be found at www.jopdent.org/CDE. We especially welcome our parent academies to make use of this accreditation. We are willing to provide special assistance to the Academy Affiliated Study Clubs via an umbrella contract with the parent Academy.

Copyright

OpDent requires authors of submitted manuscripts to release their claim of copyright to Operative Dentistry, Inc. OpDent provides published authors with access to their final pdf format article. The acceptance letter sent to the author licenses the author to make unlimited prints of the article, but prohibits them from sharing the electronic file. OpDent allows authors to place a copy of the electronic version of their article on their own professional website so long as copyright statement #2 is included prominently on the page. Posting to an institutional repository is also permitted if such posting is required by institutional policy or by funding contracts/stipulations. Repository posting requires that the author inform OpDent of the postings and provide a working URL to the article (see "author rights").

Permission for any form of reproduction (except as noted for authors above) requires the written permission of Operative Dentistry, Inc. The following copyright statements are to be used in the noted circumstances:

#1 – to be used in all printed media [1st Author (if more, then include "et al")] ([year]). [Title]. J Op Dent, [Iss No], [Page No(s)]. Used by permission. © Operative Dentistry, Inc.

#2 – to be used in all electronic media [1st Author (if more, then include "et al")] ([year]). [Title]. J Op Dent, [Iss No], [Page No(s)]. Used by permission. © Operative Dentistry, Inc. Transmission or reproduction of protected items beyond that allowed by fair use requires the written permission of Operative Dentistry, Inc.

Manuscript submission

General Requirements

Operative Dentistry requires electronic submission of all manuscripts. All submissions must be sent to Operative Dentistry using the Allen Track upload site. A mandatory and nonrefundable \$25.00 fee is required at submission. Your manuscript will only be considered officially submitted after it has been approved through our initial quality control check, and any quality problems have been resolved. You will have 6 days

from when you start the process to submit and approve the manuscript. After the 6 day limit, if you have not finished the submission, your submission may be removed from the server. You are still able to submit the manuscript, but you must start from the beginning. Be prepared to submit the following manuscript files in your upload:

- A Laboratory or Clinical Research Manuscript file must include:
 - a title
 - a running (short) title
 - a clinical relevance statement
 - a concise summary (abstract)
 - introduction, methods & materials, results, discussion and conclusion
 - references (see Below)

- The manuscript body MUST NOT include any:
 - o Author identifying information such as:
 - Authors names or titles
 - Acknowledgements
 - Correspondence information
 - Response to reviewer files should also NOT include any author identifying information, such as a signature at the end, etc.

 - Figures
 - Graphs
 - Tables

- An acknowledgement, disclaimer and/or recognition of support (if applicable) must in a separate file and uploaded as supplemental material.
- All figures, illustrations, graphs and tables must also be provided as individual files. These should be high-resolution images, which are used by the editor in the actual typesetting of your manuscript. Please refer to the instructions below for acceptable formats and sizes.
- All other manuscript types use this template, with the appropriate changes as listed below.

Complete the online form (which includes complete author information, copyright release and conflict of interest), and select the files you would like to send to Operative Dentistry. Manuscripts that do not meet our formatting and data requirements listed below will be sent back to the corresponding author for correction.

Important Information

- All materials submitted for publication must be submitted exclusively to Operative Dentistry.
- The editor reserves the right to make literary corrections.
- Currently, color will be provided at no cost to the author if the editor deems it essential to the manuscript. However, we reserve the right to convert to gray scale if color does not contribute significantly to the quality and/or information content of the paper.
- The author(s) retain(s) the right to formally withdraw the paper from consideration and/or publication if they disagree with editorial decisions.

- **_International authors whose native language is not English must have their work reviewed by a native English speaker prior to submission.**
 - o Manuscripts that are rejected before peer-review for English correction should be entered as a new manuscript upon resubmission. In the manuscript comments box the comment, “this is a resubmission of manuscript number XX-XXX” should be noted.
 - Manuscripts that are rejected after peer-review are not eligible for resubmission.
 - Manuscripts that have major revisions requested (i.e. For English correction) are entered as a resubmission of the original article.
 - **_Spelling must conform to the American Heritage Dictionary of the English Language, and SI units for scientific measurement are preferred.**
 - **_While we do not currently have limitations on the length of manuscripts, we expect papers to be concise; authors are also encouraged to be selective in their use of figures and tables, using only those that contribute significantly to the understanding of the research.**
 - **_Acknowledgement of receipt is sent automatically upon acceptance through quality control. This may take up to 7 days. If you do not receive such an acknowledgement, please check your author homepage at <http://jopdent.allentrack.net> if the paper does not appear there please resend your paper.**
- IMPORTANT:** Please add our e-mail address to your address book on your server to prevent transmission problems from spam and other filters. Also make sure that your server will accept larger file sizes. This is particularly important since we send page-proofs for review and correction as .pdf and/or .doc(x) files.

Manuscript Type Requirements

All Manuscripts

CORRESPONDING AUTHOR must provide a **WORKING / VALID** e-mail address which will be used for all communication with the journal. **NOTE:** Corresponding authors **MUST** update their profile if their e-mail or postal address changes. If we cannot contact authors within seven days, their manuscript will be removed from our publication queue.

AUTHOR INFORMATION must include:

- **_full name of all authors**
- **_complete mailing address for each author**
- **_valid email address for each author**
- **_degrees (e.g. DDS, DMD, PhD)**
- **_affiliation (e.g. Department of Dental Materials, School of Dentistry, University of Michigan)**

MENTION OF COMMERCIAL PRODUCTS/EQUIPMENT must include:

- **_full name of product**
 - **_full name of manufacturer**
 - **_city, state and country of manufacturer**
- MANUSCRIPTS** must be provided as Word for Windows files. Files with the .doc and .docx extensions are accepted.

TABLES may be submitted as either Word (.doc and .docx) or Excel (.xls and .xlsx) files. All tables must be legible, with fonts being no smaller than 7 points. Tables have the following size limitations: In profile view a table must be no larger than 7 x 9 inches; landscape tables should be no wider than 7 inches. It is the Editor’s preference that tables not need to be rotated in order to be printed, as it interrupts the reader’s flow.

ILLUSTRATIONS, GRAPHS AND FIGURES must be provided as TIFF or high resolution JPEG files with the following parameters:

- *_line art* (and tables that are submitted as a graphic) must be sized with the short edge being no shorter than 5 inches. It should have a minimum resolution of 600 dpi and a maximum resolution of 1200 dpi. This means the shortest side should be no smaller than 3000 pixels.
- *_gray scale/black & white figures* must be sized with the short edge being no shorter than 5 inches. It should have a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi. This means the shortest side should be no smaller than 1500 pixels.
- *_color figures and photographs* must be sized with the short edge being no shorter than 3.5 inches. It should have a minimum resolution of 300 dpi and a maximum of 400 dpi. This means that the shortest side should be smaller than 1050 pixels.

Other Manuscript Type – Additional Requirements

CLINICAL TECHNIQUE/CASE STUDY MANUSCRIPTS must include as part of the narrative:

- *_a running (short) title*
- *_purpose*
- *_description of technique*
- *_list of materials used*
- *_potential problems*
- *_summary of advantages and disadvantages*
- *_references* (see below) LITERATURE AND BOOK REVIEW MANUSCRIPTS must include as part of the narrative:
 - *_a running (short) title*
 - *_a clinical relevance statement based on the conclusions of the review*
 - *_conclusions based on the literature review...without this, the review is just an exercise and will not be published*
 - *_references* (see below)

References

REFERENCES must be numbered (superscripted numbers) consecutively as they appear in the text and, where applicable, they should appear after punctuation.

The reference list should be arranged in numeric sequence at the end of the manuscript and should include:

1. Author(s) last name(s) and initial (ALL AUTHORS must be listed) followed by the date of publication in parentheses.
2. Full article title.
3. Full journal name in italics (no abbreviations), volume and issue numbers and first and last page numbers complete (i.e. 163-168 NOT attenuated 163-68).
4. Abstracts should be avoided when possible but, if used, must include the above plus the abstract number and page number.
5. Book chapters must include chapter title, book title in italics, editors' names (if appropriate), name of publisher and publishing address.
6. Websites may be used as references, but must include the date (day, month and year) accessed for the information.
7. Papers in the course of publication should only be entered in the references if they have been accepted for publication by a journal and then given in the standard manner with "In press" following the journal name.

8. DO NOT include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.

9. References that contain Crossref.org's DOIs (Digital Object Identifiers) should always be displayed at the end of the reference as permanent URLs. The prefix <http://dx.doi.org/> can be appended to the listed DOI to create this URL. i.e. <http://dx.doi.org/10.1006/jmbi.1995.0238>

Reference Style Guide

- **_Journal article-two authors:** Evans DB & Neme AM (1999) Shear bond strength of composite resin and amalgam adhesive systems to dentin American Journal of Dentistry 12(1) 19-25.
- **_Journal article-multiple authors:** Eick JD, Gwinnett AJ, Pashley DH & Robinson SJ (1997) Current concepts on adhesion to dentin Critical Review of Oral and Biological Medicine 8(3) 306-335.
- **_Journal article: special issue/supplement:** Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Peumans M, Lambrechts P & Vanherle G (2001) Adhesives and cements to promote preservation dentistry Operative Dentistry (Supplement 6) 119-144.
- **_Abstract:** Yoshida Y, Van Meerbeek B, Okazaki M, Shintani H & Suzuki K (2003) Comparative study on adhesive performance of functional monomers Journal of Dental Research 82(Special Issue B) Abstract #0051 p B-19.
- **_Corporate publication:** ISO-Standards (1997) ISO 4287 Geometrical Product Specifications Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters Geneva: International Organization for Standardization 1st edition 1-25.
- **_Book-single author:** Mount GJ (1990) An Atlas of Glass-ionomer Cements Martin Duntz Ltd, London.
- **_Book-two authors:** Nakabayashi N & Pashley DH (1998) Hybridization of Dental Hard Tissues Quintessence Publishing, Tokyo.
- **_Book-chapter:** Hilton TJ (1996) Direct posterior composite restorations In: Schwarts RS, Summitt JB, Robbins JW (eds) Fundamentals of Operative Dentistry Quintessence, Chicago 207-228.
- **_Website-single author:** Carlson L (2003) Web site evolution; Retrieved online July 23, 2003 from: <http://www.d.umn.edu/~lcarlson/cms/evolution.html>
- **_Website-corporate publication:** National Association of Social Workers (2000) NASW Practice research survey 2000. NASW Practice Research Network, 1. 3. Retrieved online September 8, 2003 from: <http://www.socialworkers.org/naswprn/default>
- **_Journal Article with DOI:** SA Feierabend, J Matt & B Klaiber (2011) A Comparison of Conventional and New Rubber Dam Systems in Dental Practice. Operative Dentistry 36(3) 243-250, <http://dx.doi.org/10.2341/09-283-C>

Author Rights

Authors of accepted manuscripts will be given access to a .pdf of their published version.

Author acceptance letters give the right to the author to make unlimited prints of the manuscript. Authors may not share the electronic file. Those authors who are required to post a copy of their manuscript to a University, or Government repository due to professional or funding contract stipulations, may do so after receipt of the article as stated above; and after notifying Operative Dentistry, Inc. (at editor@jopdent.org) of

their intent to post, and to what repository it will be posted, as well as the URL at which it will appear. Authors may post their articles to their own professional website as well. Any electronic postings should contain the appropriate copyright statements as listed in this manual (under “copyright”).

Reviewers and the Reviewer Board

The list of current Reviewer Board Members will be printed in issue 6 of each volume in a manner that will allow the reviewer to remove the pages for use in professional folders.

Reviewer Board members serve as the primary source for peer review of submitted manuscripts, and are invaluable to us. In order to be as efficient as possible for everyone, Reviewers are required to update the online review system with current email address, areas of interest, and dates when unavailable for review. Every effort is made to limit review requests of new manuscripts. It will be assumed that members who repeatedly fail to respond with acceptance or regrets to requests for review will be removed from the Reviewer Board. Should a reviewer’s circumstance change to where they are no longer able or willing to review, we request that a notice be sent to our offices at editor@jopdent.org.

Reviewer Board Members can expect to be asked to review to completion no more than 6 (original) manuscripts a year, and to participate in the annual Reviewer Board Meeting, whether in person, or by proxy. The following items apply to all reviewers for Operative Dentistry:

- _Jopdent must have a CV and current email address on file – the CV is due by the last day of September in the year in which the reviewer completed a review (in order to be recognized in issue 6). It should be updated by the reviewer upon any significant change.
- _To be considered for the RB, a reviewer must have 3 or more published articles in internationally recognized journals in which the reviewer was either a corresponding author or 1st author on at least one article.
- _A reviewer with “no response” for every request made in a calendar year will be dropped from the RB.
- _A reviewer who completed 0 reviews in a calendar year citing, “time constraints” will be removed from the Reviewer Board. Inopportune requests can be prevented by having reviewer availability dates current.
- _A reviewer who cites, “conflict of interest” to either decline or withdraw from a review will not be charged for a declined review.

Conflicts of Interest

OpDent believes in the free market and that it is in the best interest of the profession for the market to give back generously to those groups who promote continuing education of those professionals. There must be clear guidelines and expectations however, so that the goodwill and generosity of the Market do not taint the educational activities with bias, real or imagined. To this end we have adopted the following policies and guidelines.

Commercialism

To those who advertise in any medium at any activity where Operative Dentistry, Inc. is acting as the administrative authority for continuing education, whether as sole authority, or in joint sponsorship, the following guidelines must be observed:

1. Program topic selection will be based on perceived needs for professional information and not for the purpose of endorsing specific commercial drugs, materials, products, treatments, or services.
2. Funds received from commercial sources in support of any educational programs shall be unrestricted and the planning committee of said program shall retain exclusive rights regarding selection of presenters, instructional materials, program content and format, etc.
3. Promotional material or other sales activities are not allowed in the area of instruction, neither in the lecture hall/operatorary nor in close proximity to the doors of said areas.

Commercial Support

To those who provide monetary support for any activity where Operative Dentistry, Inc. is acting as the administrative authority for continuing education, whether as sole authority, or in joint sponsorship, the following guidelines must be observed:

1. Program topic selection will be based on perceived needs for professional information and not for the purpose of endorsing specific commercial drugs, materials, products, treatments, or services.
2. Funds received from commercial sources in support of any educational programs shall be unrestricted and the planning committee of said program shall retain exclusive rights regarding selection of presenters, instructional materials, program content and format, etc.
3. Any and all commercial support received shall be acknowledged in program announcements, brochures, and in the on-site program book. This announcement may not be located on any page, or facing page, of the book announcing program speakers, or program evaluations.
4. Commercial support shall be limited to:
 - a. The payment of reasonable honoraria;
 - b. Reimbursement of presenters' out-of-pocket expenses; and

To those who provide monetary support for any activity where Operative Dentistry, Inc. is acting as the administrative authority for continuing education, whether as sole authority, or in joint sponsorship, the following guidelines must be observed:

1. Program topic selection will be based on perceived needs for professional information and not for the purpose of endorsing specific commercial drugs, materials, products, treatments, or services.
2. Funds received from commercial sources in support of any educational programs shall be unrestricted and the planning committee of said program shall retain exclusive rights regarding selection of presenters, instructional materials, program content and format, etc.
3. Any and all commercial support received shall be acknowledged in program announcements, brochures, and in the on-site program book. This announcement may not be located on any page, or facing page, of the book announcing program speakers, or program evaluations.
4. Commercial support shall be limited to:
 - a. The payment of reasonable honoraria;
 - b. Reimbursement of presenters' out-of-pocket expenses; and
 - c. The payment of the cost of modest meals or social events held as part of an educational activity.
5. When the Provider supports presenters, support shall be limited to:

- a. The payment of reasonable honoraria; and
- b. Reimbursement of presenters' out-of-pocket expenses.

Full Disclosure

To those who present at any activity where Operative Dentistry, Inc. is acting as the administrative authority for continuing education, whether as sole authority, or in joint sponsorship, the following guidelines must be observed:

1. All presentations should promote improvements in oral healthcare and not specific drugs, devices, services, or techniques.
2. Any media shown to the participants should be free from advertising, trade names, or product messages (except as applies in guideline #3).
3. Presenters shall avoid recommending or mentioning any specific product by its trade name, using generic terms whenever possible. When reference is made to a specific product by its trade name, reference shall also be made to competitive products.

Conflict of Interest

A Conflict of interest may be considered to exist if a presenter, author or reviewer for an OpDent CDE activity is directly affiliated with or has a direct financial interest in any organization(s) that may be co-supporting a course/manuscript, or may have a direct interest in the subject matter of the presentation/manuscript.

The intent of this policy is not to prevent a speaker with an affiliation or financial interest from making a presentation, or submitting a manuscript. It is intended that any potential conflict be identified openly so that the participants in the CDE have the full disclosure of the facts so that they may form their own judgments about the presentation/manuscript.

To those who participate at any activity where Operative Dentistry, Inc. is acting as the administrative authority for continuing education, whether as sole authority, or in joint sponsorship, the following guidelines should be understood:

Presenter

Speakers/presenters at any CE activity will be required to disclose any potential bias towards commercial supporters, or any other commercial entity that will be mentioned in their presentation.

Author

Authors of every accepted manuscript will be required to disclose any potential bias towards commercial supporters, or any other commercial entity that will be mentioned in their manuscript.

Reviewer

Reviewers of manuscripts will be required to disclose any potential bias towards commercial supporters, or any other commercial entity that is mentioned in the manuscripts they are asked to review. Should a conflict arise, the reviewer is obligated to withdraw themselves as reviewers of the manuscript, and OpDent will select a new reviewer.

Faculty Posting:

Faculty postings are available from OpDent for a \$175.00USD flat fee which covers up to 250 words and free logo placement if one is provided. Each additional 50 words is charged at \$50.00USD per unit, and each additional issue for which you would like the posting to run is charged at \$50.00USD as well.

OpDent reserves the right to refuse any posting.

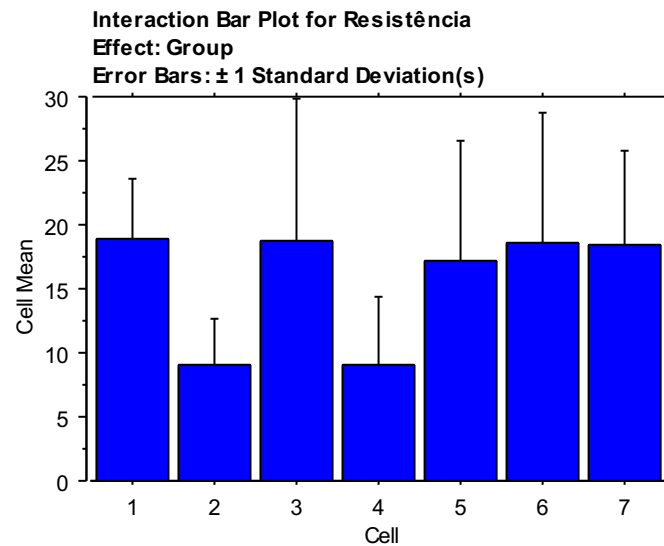
Anexo 2: Análise estatística

RESISTÊNCIA DE UNIÃO**ANOVA Table for Resistência**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda	Power
Group	6	881.479	146.913	2.407	.0434	14.440	.758
Residual	42	2563.787	61.043				

Means Table for Resistência**Effect: Group**

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
1	7	18.970	4.604	1.740
2	7	9.106	3.486	1.317
3	7	18.793	11.059	4.180
4	7	9.036	5.263	1.989
5	7	17.240	9.316	3.521
6	7	18.549	10.154	3.838
7	7	18.400	7.352	2.779



Fisher's PLSD for Resistência

Effect: Group

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
1, 2	9.864	8.428	.0229	S
1, 3	.177	8.428	.9664	
1, 4	9.934	8.428	.0220	S
1, 5	1.730	8.428	.6808	
1, 6	.421	8.428	.9201	
1, 7	.570	8.428	.8921	
2, 3	-9.687	8.428	.0253	S
2, 4	.070	8.428	.9867	
2, 5	-8.134	8.428	.0581	
2, 6	-9.443	8.428	.0290	S
2, 7	-9.294	8.428	.0315	S
3, 4	9.757	8.428	.0243	S
3, 5	1.553	8.428	.7119	
3, 6	.244	8.428	.9536	
3, 7	.393	8.428	.9255	
4, 5	-8.204	8.428	.0561	
4, 6	-9.513	8.428	.0279	S
4, 7	-9.364	8.428	.0303	S
5, 6	-1.309	8.428	.7556	
5, 7	-1.160	8.428	.7826	
6, 7	.149	8.428	.9718	

Resultados do OpenEpi, Versão 3, calculadora de código aberto--PowerMean

Poder para comparar duas médias

Dados de entrada

Intervalo de Confiança em 95% bicaudal			
	Grupo 1	Grupo 2	Diferença*
Média	18.87	9.1	9.77
Tamanho da amostra	7	7	
Desvio padrão	4.6	3.48	
Variância	21.16	12.1104	

Power = 99.42%
pelo método de aproximação da normal

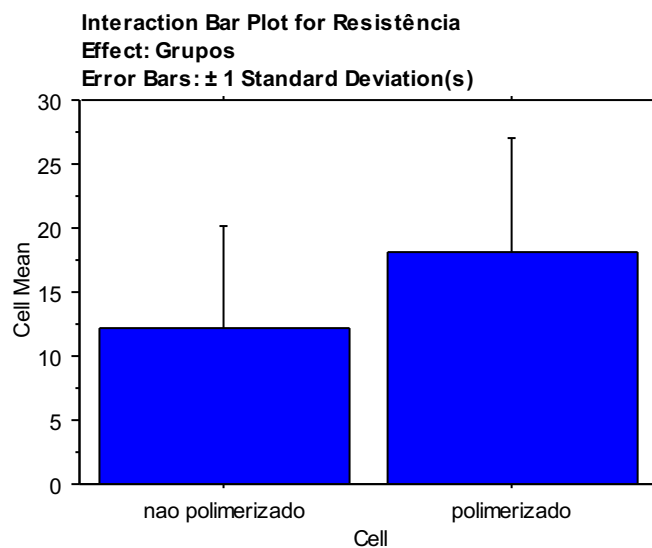
* Diferença de Médias= (Média do Grupo 1) - (Média do Grupo 2)

COMPARAÇÃO ENTRE FOTOATIVADO E NÃO FOTOATIVADO

Means Table for Resistência

Effect: Grupos

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
nao polimerizado	21	12.230	7.990	1.744
polimerizado	21	18.144	8.911	1.944



Resultado – Mann Whitney (não paramétrico para amostras independentes, quando a comparação é entre dois grupos).

N1 = 21

N2 = 21

R1 = 366.00

R2 = 537.00

U = 135.00

Z(U) = 2.1508

(p) = 0.0315

PROPRIEDADES MECÂNICAS

NANODUREZA - CIMENTO

ANOVA Table for Nanohardness

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Groups	6	2059373.685	343228.947	2.071	.1227	12.428
Residual	14	2319923.886	165708.849			

Means Table for Nanohardness

Effect: Groups

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
Group 1	3	940.217	28.820	16.639
Group 2	3	854.387	104.204	60.162
Group 3	3	1471.747	676.127	390.362
Group 4	3	1644.163	720.740	416.119
Group 5	3	778.667	11.246	6.493
Group 6	3	867.750	101.667	58.697
Group 7	3	988.067	401.492	231.802

Resultados do OpenEpi, Versão 3, calculadora de código aberto--PowerMean

Poder para comparar duas médias

Dados de entrada

Intervalo de Confiança em 95% bicaudal			
	Grupo 1	Grupo 2	Diferença*
Média	940.21	778.66	161.55
Tamanho da amostra	3	3	
Desvio padrão	28.82	11.24	
Variância	830.592	126.338	

Power = 100%
pelo método de aproximação da normal

* Diferença de Médias= (Média do Grupo 1) - (Média do Grupo 2)

MÓDULO DE ELASTICIDADE - CIMENTO

ANOVA Table for Modulus

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Groups	6	53.101	8.850	1.507	.2462	9.045
Residual	14	82.194	5.871			

Means Table for Modulus

Effect: Groups

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
Group 1	3	16.917	.941	.543
Group 2	3	17.480	1.207	.697
Group 3	3	19.177	5.234	3.022
Group 4	3	20.487	2.661	1.536
Group 5	3	15.227	.702	.406
Group 6	3	17.823	.789	.456
Group 7	3	16.720	1.779	1.027

Resultados do OpenEpi, Versão 3, calculadora de código aberto--PowerMean

Poder para comparar duas médias

Dados de entrada

Intervalo de Confiança em 95% bicaudal			
	Grupo 1	Grupo 2	Diferença*
Média	15.22	17.82	-2.6
Tamanho da amostra	3	3	
Desvio padrão	0.7	0.78	
Variância	0.49	0.6084	

Power = 99.03%
pelo método de aproximação da normal

* Diferença de Médias= (Média do Grupo 1) - (Média do Grupo 2)

NANODUREZA - ADESIVO

ANÁLISE GERAL

ANOVA Table for Hardness

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	287878.577	143939.289	10.493	.0023	20.987
Light-cured	1	2480.662	2480.662	.181	.6782	.181
Adhesive * Light-cured	2	117274.901	58637.451	4.275	.0397	8.549
Residual	12	164606.933	13717.244			

Means Table for Hardness

Effect: Adhesive * Light-cured

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
SBMP, No	3	676.030	96.956	55.978
SBMP, Yes	3	868.207	140.709	81.238
SB2, No	3	640.607	81.472	47.038
SB2, Yes	3	444.407	118.296	68.298
SBU, No	3	510.440	114.528	66.123
SBU, Yes	3	444.027	139.125	80.324

Fisher's PLSD for Hardness

Effect: Adhesive

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
SBMP, SB2	229.612	147.331	.0053	S
SBMP, SBU	294.885	147.331	.0009	S
SB2, SBU	65.273	147.331	.3534	

Fisher's PLSD for Hardness

Effect: Light-cured

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
No, Yes	23.479	120.295	.6782

Tukey/Kramer for Hardness

Effect: Adhesive

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
SBMP, SB2	229.612	180.260	S
SBMP, SBU	294.885	180.260	S
SB2, SBU	65.273	180.260	

Tukey/Kramer for Hardness**Effect: Light-cured****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.
No, Yes	23.479	120.244

COMPARAÇÃO ENTRE OS MATERIAIS**ANOVA Table for Hardness****Split By: Light-cured****Cell: No**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	45618.222	22809.111	2.347	.1766	4.694
Residual	6	58309.671	9718.278			

Fisher's PLSD for Hardness**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: No**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
SBMP, SB2	35.423	196.955	.6753
SBMP, SBU	165.590	196.955	.0854
SB2, SBU	130.167	196.955	.1570

Tukey/Kramer for Hardness**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: No**

	Mean Diff.	Crit. Diff.
SBMP, SB2	35.423	247.015
SBMP, SBU	165.590	247.015
SB2, SBU	130.167	247.015

ANOVA Table for Hardness**Split By: Light-cured****Cell: Yes**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	359535.257	179767.628	10.147	.0119	20.294
Residual	6	106297.262	17716.210			

Fisher's PLSD for Hardness**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: Yes**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
SBMP, SB2	423.800	265.924	.0080	S
SBMP, SBU	424.180	265.924	.0080	S
SB2, SBU	.380	265.924	.9973	

Tukey/Kramer for Hardness**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: Yes**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	
SBMP, SB2	423.800	333.514	S
SBMP, SBU	424.180	333.514	S
SB2, SBU	.380	333.514	

COMPARAÇÃO ENTRE COM E SEM FOTOATIVAÇÃO**ANOVA Table for Hardness****Split By: Adhesive****Cell: SBMP**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Light-cured	1	55397.807	55397.807	3.794	.1232	3.794
Residual	4	58399.096	14599.774			

ANOVA Table for Hardness**Split By: Adhesive****Cell: SB2**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Light-cured	1	57741.660	57741.660	5.597	.0772	5.597
Residual	4	41263.169	10315.792			

ANOVA Table for Hardness**Split By: Adhesive****Cell: SBU**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Light-cured	1	6616.096	6616.096	.407	.5580	.407
Residual	4	64944.668	16236.167			

MÓDULO DE ELASTICIDADE – ADESIVO

ANOVA Table for Modulus

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	26.910	13.455	3.823	.0519	7.647
Light-cured	1	10.140	10.140	2.881	.1154	2.881
Adhesive * Light-cured	2	17.471	8.735	2.482	.1253	4.965
Residual	12	42.229	3.519			

Means Table for Modulus

Effect: Adhesive * Light-cured

	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Err.
SBMP, No	3	12.810	1.545	.892
SBMP, Yes	3	14.033	1.230	.710
SB2, No	3	12.963	1.331	.768
SB2, Yes	3	9.593	2.342	1.352
SBU, No	3	11.717	2.129	1.229
SBU, Yes	3	9.360	2.330	1.345

ANÁLISE GERAL

Fisher's PLSD for Modulus

Effect: Adhesive

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
SBMP, SB2	2.143	2.360	.0712
SBMP, SBU	2.883	2.360	.0207
SB2, SBU	.740	2.360	.5074

S

Fisher's PLSD for Modulus

Effect: Light-cured

Significance Level: 5 %

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
No, Yes	1.501	1.927	.1154

Tukey/Kramer for Modulus**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.
SBMP, SB2	2.143	2.887
SBMP, SBU	2.883	2.887
SB2, SBU	.740	2.887

Tukey/Kramer for Modulus**Effect: Light-cured****Significance Level: 5 %**

	Mean Diff.	Crit. Diff.
No, Yes	1.501	1.926

COMPARAÇÃO ENTRE OS MATERIAIS**ANOVA Table for Modulus****Split By: Light-cured****Cell: No**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	2.773	1.387	.479	.6414	.957
Residual	6	17.380	2.897			

Fisher's PLSD for Modulus**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: No**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value
SBMP, SB2	-.153	3.400	.9157
SBMP, SBU	1.093	3.400	.4613
SB2, SBU	1.247	3.400	.4042

Tukey/Kramer for Modulus**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: No**

	Mean Diff.	Crit. Diff.
SBMP, SB2	-.153	4.265
SBMP, SBU	1.093	4.265
SB2, SBU	1.247	4.265

ANOVA Table for Modulus**Split By: Light-cured****Cell: Yes**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Adhesive	2	41.608	20.804	5.023	.0523	10.046
Residual	6	24.850	4.142			

Fisher's PLSD for Modulus**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: Yes**

	Mean Diff.	Crit. Diff.	P-Value	
SBMP, SB2	4.440	4.066	.0369	S
SBMP, SBU	4.673	4.066	.0307	S
SB2, SBU	.233	4.066	.8929	

Tukey/Kramer for Modulus**Effect: Adhesive****Significance Level: 5 %****Split By: Light-cured****Cell: Yes**

	Mean Diff.	Crit. Diff.
SBMP, SB2	4.440	5.099
SBMP, SBU	4.673	5.099
SB2, SBU	.233	5.099

COMPARAÇÃO ENTRE FOTOATIVACÃO**ANOVA Table for Modulus****Split By: Adhesive****Cell: SBMP**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Light-cured	1	2.245	2.245	1.151	.3438	1.151
Residual	4	7.801	1.950			

ANOVA Table for Modulus**Split By: Adhesive****Cell: SB2**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Light-cured	1	17.035	17.035	4.697	.0961	4.697
Residual	4	14.507	3.627			

ANOVA Table for Modulus**Split By: Adhesive****Cell: SBU**

	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Value	P-Value	Lambda
Light-cured	1	8.331	8.331	1.673	.2655	1.673
Residual	4	19.920	4.980			

PODER DO TESTE NANODUREZA

Resultados do OpenEpi, Versão 3, calculadora de código aberto--PowerMean

Poder para comparar duas médias

Dados de entrada

Intervalo de Confiança em 95% bicaudal			
	Grupo 1	Grupo 2	Diferença*
Média	868.2	444.4	423.8
Tamanho da amostra	3	3	
Desvio padrão	140.7	118.29	
Variância	19796.5	13992.5	

Power = 97.9%
pelo método de aproximação da normal

* Diferença de Médias= (Média do Grupo 1) - (Média do Grupo 2)

PODER DO TESTE MÓDULO DE ELASTICIDADE

Resultados do OpenEpi, Versão 3, calculadora de código aberto--PowerMean

Poder para comparar duas médias

Dados de entrada

Intervalo de Confiança em 95% bicaudal			
	Grupo 1	Grupo 2	Diferença*
Média	14.03	9.36	4.67
Tamanho da amostra	3	3	
Desvio padrão	1.23	2.33	
Variância	1.5129	5.4289	

Power = 86.65%
pelo método de aproximação da normal

* Diferença de Médias= (Média do Grupo 1) - (Média do Grupo 2)