

RESSALVA

Atendendo a solicitação do(a) autor(a), o texto completo desse trabalho será disponibilizado no repositório a partir de 24/04/2027.



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

BRUNA OLIVEIRA CAMPOS

**RESISTÊNCIA ADESIVA E SOBREVIVÊNCIA EM FADIGA DE UMA CERÂMICA
DE DISSILICATO DE LÍTIO CIMENTADA SOBRE POLÍMEROS REFORÇADOS
COM FIBRA DE VIDRO OU CARBONO**

2025

BRUNA OLIVEIRA CAMPOS

**RESISTÊNCIA ADESIVA E SOBREVIVÊNCIA EM FADIGA DE UMA CERÂMICA
DE DISSILICATO DE LÍTIO CIMENTADA SOBRE POLÍMEROS REFORÇADOS
COM FIBRA DE VIDRO OU CARBONO**

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

Área: Prótese. Linha de pesquisa: Desempenho de materiais e técnicas em odontologia restauradora

Orientadora: Profa. Dra. Renata Marques de Melo Marinho

São José dos Campos

2025

Instituto de Ciência e Tecnologia [internet]. Normalização de tese e dissertação [acesso em 2025]. Disponível em <http://www.ict.unesp.br/biblioteca/normalizacao>

Apresentação gráfica e normalização de acordo com as normas estabelecidas pelo Serviço de Normalização de Documentos da Seção Técnica de Referência e Atendimento ao Usuário e Documentação (STRAUD).

Campos, Bruna Oliveira

Resistência adesiva e sobrevivência em fadiga de uma cerâmica de dissilicato de lítio cimentada sobre polímeros reforçados com fibra de vidro ou carbono / Bruna Oliveira Campos. - São José dos Campos : [s.n.], 2025.
57 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde Bucal - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos, 2025.

Orientador: Renata Marques de Melo Marinho.

1. Fadiga. I. Marinho, Renata Marques de Melo, orient. II. Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Ciência e Tecnologia, São José dos Campos. III. Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho' - UNESP. IV. Universidade Estadual Paulista (UNESP). V. Título.

BANCA EXAMINADORA

Prof Dra Renata Marques de Melo Marinho (Orientador)

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof Dra Nathália de Carvalho Ramos

Universidade Estadual Paulista (UNESP)

Instituto de Ciência e Tecnologia

Campus de São José dos Campos

Prof Dr Fábio da Silva Matuda

Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)

Faculdade de Odontologia

Campus de São José dos Campos

São José dos Campos, 24 de abril de 2025.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho primeiramente a **Deus**, pois assim como em provérbios 16:3 diz “Consagre ao Senhor tudo que você faz, e os seus planos serão bem-sucedidos” assim tenho vivido a minha vida, dedicando todos os meus planos e sonhos nas mãos dEle..

Dedico esse trabalho também aos meus pais **Fernando e Adriana Campos**, pai no dia que eu comentei do Vinicius adicionar nosso sobrenome após o casamento e você com tanta alegria respondeu “o sobrenome ‘campos’ nem era mais utilizado na minha família e olha só, agora tenho uma família inteira com ele e agora dois dentistas utilizando ele” ficou eternizado na minha mente, então saiba que dedico a toda a nossa família campos esse trabalho, juntamente com o título que ocorrera após a conclusão desta etapa. Pai, mãe todas as minhas conquistas são dedicadas a vocês, afinal sem vocês nem aqui eu estaria. Sempre batalharam pelos meus estudos, mas o mais importante: sempre acreditaram em mim, até nos dias que eu mesma não acreditei.

Gostaria de dedicar também ao meu irmão **Thiago Campos**, talvez você não saiba, mas mesmo tão jovem você me trouxe ânimo para me dedicar aos meus dias de estudo, ver você tão sonhador, crescendo e pensando em muitos planos para seu futuro (que com toda certeza do mundo será brilhante) me trouxe ânimo, principalmente nos dias que eu mais precisei.

Dedico ao meu esposo **Vinicius Laurindo**, meu grande companheiro nessa jornada, este trabalho foi construído com muito amor e dedicação em busca de ampliar os caminhos e construir um lindo futuro para a família que estamos formando. Ter você ao meu lado enquanto passei meus dias e noites me dedicando a pesquisas, estudos e testes foi essencial. Você me trouxe paz, calma e tranquilidade ao meu coração.

Por último, mas não menos importante, pelo contrário acredito ser a mais importante, dedico este trabalho a minha querida orientadora **Prof Dra Renata Melo**, professora sem você nada disso seria possível. Prof ter você como minha orientadora foi essencial ao longo desse processo, não só por ter um local tão importante dentro da pesquisa, seus trabalhos e ideias sempre tão admiráveis. Mas pelo seu jeito, calmo, paciente e por acreditar em mim, muitos dias não

acreditei em mim no desenvolvimento deste trabalho, mas você esteve ali ao meu lado, mostrando que seria possível. Você todos os dias me trouxe inspiração de como eu quero ser, não só na área da pesquisa, mas como pessoa, como mãe, todos os dias você me inspirou e me inspira.

Também gostaria de dedicar esse trabalho a **Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** que me concederam a bolsa **(processo FAPESP 2023/13690-7)** ao longo desse trabalho, acreditando no potencial desta pesquisa. Receber essa bolsa foi uma honra para mim.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **Deus** todos os dias pela oportunidade que me foi concedida de estudar nesta instituição, me dedicar a carreira acadêmica sempre foi um grande sonho, e quando eu menos esperava Ele me deu esta oportunidade, Ele me ajudou todos os dias até aqui.

Agradeço aos meus queridos pais e **Fernando e Adriana e ao meu querido irmão Thiago**, talvez um dia eu consiga expressar em palavras o tamanho da minha gratidão por ter vocês, mas por hoje eu deixo aqui minhas pequenas e singelas palavras. Obrigada por desde pequena acreditarem em mim, acreditarem nos meus sonhos, sempre me incentivaram a sonhar o mais alto que fosse possível. Obrigada por ao longo dessa jornada, serem consolo e abrigo nos dias que precisei, por serem festa e alegria em outros, por mostrarem interesse em meu mundo de pesquisas mesmo sem entenderem, mas sabiam que era importante para mim.

Agradeço ao meu amado esposo **Vinicius Laurindo**, não poderia ter escolhido companheiro melhor para viver ao meu lado nessa jornada. Me incentivou desde o primeiro dia deste mestrado até o último. Meu Amor só tenho a agradecer toda a sua compreensão quando precisei estar mais ausente, sua paciência, por falar do que eu estou construindo com tanto orgulho para as pessoas, mostrando o quanto acredita em mim, por me ouvir e me trazer paz e aconchego nos dias que eu precisei ao longo dessa jornada, no fim de um longo dia trabalhado, receber seu abraço recarregava minhas energias.

Agradeço a todos os **amigos** que esse mestrado me deu, não ousarei escrever nomes para não correr o risco de esquecer ninguém, mas ter vocês ao meu lado, deixou a jornada mais leve. Quando encontrei vocês, eu também me encontrei, eu ri, conversei, me abri e a tudo isso eu devo os meus mais sinceros agradecimentos. Agradeço também toda ajuda na pesquisa, juntos podemos crescer fortes.

Não posso deixar de agradecer também meus amigos de longe, da igreja, todos vocês foram importantes com suas orações ao longo desta caminhada.

Professora Renata muito obrigada por acreditar em mim, muito obrigada por ser mais que uma orientadora e sim uma mãe praticamente, com tanto amor, carinho comigo, sempre com palavras tão ternas e doces, obrigada por me ouvir quando eu

precisei, obrigada por me ensinar tanto, na vida acadêmica e na vida pessoal e espiritual.

Agradeço a todos os **professores** que conheci ao longo dessa jornada, tanto conhecimento compartilhado, experiências, agradeço por me permitirem aprender ao lado de vocês queridos mestres.

Agradeço mais uma vez a **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** por acreditarem no potencial do meu trabalho, por me concederem a bolsa (**processo FAPESP 2023/13690-7**) receber uma bolsa para fazer pesquisa foi uma grande realização.

Por último gostaria de deixar um agradecimento a todos os professores que conheci ao longo da minha vida, professores da escola, ensino médio, faculdade, todos vocês são o motivo de eu ter embarcado nesta jornada, um dia ser como vocês. Agradeço, pois, todos vocês me inspiraram ao longo da Vida, eternamente todas as minhas conquistas terão um espaço de agradecimento a todos vocês, que contribuíram em toda a minha formação

“Muitos são os planos do coração do homem, mas a palavra final vem da boca de Deus” Provérbios 16:1

RESUMO

Campos BO. Resistência adesiva e sobrevivência em fadiga de uma cerâmica de dissilicato de lítio cimentada sobre polímeros reforçados com fibra de vidro ou carbono [dissertação]. São José dos Campos (SP): Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia; 2025.

Atualmente, na Odontologia, a busca por materiais que cumpram requisitos estéticos e possuam boas propriedades mecânicas tem aumentado. Na busca por novos materiais em reabilitações protéticas surgem os polímeros como o PEEK (poliéter-éter-cetona) um material de matriz polimérica reforçado com fibras de carbono e o material de nome comercial ZANTEX, um polímero reforçado com fibras de vidro. Este estudo avaliou a resistência de união ao microcissalhamento entre o dissilicato de lítio e os dois polímeros anteriores, após diferentes tratamentos de superfície: jateamento com óxido de alumínio, condicionamento com primer autocondicionante (Monobond Etch & Prime-Ivoclar Vivadent) e a combinação de ambos. Os dados do microcissalhamento foram submetidos ao teste Anova 2 fatores e post hoc Tukey. Os resultados indicaram que o polímero reforçado com fibra de vidro apresentou maior resistência de união após o jateamento com óxido de alumínio e aplicação do primer autocondicionante, mantendo estabilidade mesmo após o envelhecimento hidrotérmico (5000 ciclos). Já o PEEK demonstrou maior resistência de união ao seguir as recomendações do fabricante, utilizando exclusivamente o jateamento com partículas de óxido de alumínio. Além disso esse estudo avaliou o comportamento em fadiga do dissilicato de lítio cimentado sobre os polímeros, considerando os diferentes tratamentos de superfície. O limite de fadiga foi determinado pelo método *staircase*, e os dados foram analisados por meio da curva de sobrevivência Kaplan-Meier. Foi observado um limite de fadiga mais elevado do polímero reforçado com fibra de vidro (Zantex), onde a média de carga suportada (865N) foi superior ao do PEEK (388N). Concluindo que o polímero reforçado com fibra de vidro, se apresenta um polímero em potencial para a confecção de infraestruturas de próteses, e o primer autocondicionante intensifica essas características favoráveis do polímero.

Palavras-chave: *Staircase*, Polímero reforçado com fibra de vidro, PEEK, Dissilicato de lítio, resistência, fadiga

ABSTRACT

Campos BO. Adhesive Strength and Fatigue Survival of a Lithium Disilicate Ceramic Cemented over Glass Carbon Fiber-Reinforced Polymers [dissertation] São José dos Campos (SP): São Paulo State University (Unesp), Institute of Science and Technology; 2025.

In odontology, research on materials with good mechanical properties has been increasing. In search for new materials for prosthetic rehabilitation, polymers have emerged, such as PEEK (polyether-ether-keetone) and glass fiber-reinforced polymer (ZANTEX). This study evaluated the shear bond strength between lithium disilicate and these polymers after different surface treatments, including sandblasting with aluminum oxide, self-etching prime (Monobond Etch and Prime Ivoclar Vivadent) and the combination of both treatments. The micro-shear data was subjected to two-way ANOVA and post hoc Tukey test. The results showed that pol glass fiber-reinforced polymer, when treated with sandblasting and self-etching prime, had an increase in shear bond strength, which remained stable even after hydrothermal aging (5000cycles). Meanwhile, PEEK exhibited higher shear bond strength when treated with aluminum oxide sandblasting. Additionally, this study evaluated the fatigue survival of lithium disilicate cemented over a polymer structure with different surface treatments. The fatigue limit was determined using the staircase method, and the data were analyzed through the Kaplan-Meier survival curve. A higher fatigue limit was observed for the glass fiber-reinforced polymer (Zantex), with a mean supported load of 865 N, compared to 388 N for PEEK. These findings suggest that the glass fiber-reinforced polymer represents a promising material for the fabrication of prosthetic frameworks, and that the use of a self-etching primer enhances the favorable properties of the polymer.

Keywords: Staircase, glass fiber- reinforced polymer, PEEK, lithium disilicate, fatigue limit.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 A cerâmica de dissilicato de lítio	15
2.2 Tratamento de superfície	16
2.3 Polyether-ether-keetone (PEEK) e Polímero Reforçado com Fibra de Vidro (Zantex).....	17
2.4 Fadiga Mecânica.....	20
3 PROPOSIÇÃO	22
3.1 Hipótese 1 (Resistência de união).....	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Materiais.....	23
4.2 Preparo das amostras	24
4.3 Confeção amostras de dissilicato	26
4.4 Confeção dos cilindros de polímeros	27
4.5 Tratamento de superfície	27
4.6 Termociclagem (simulação do envelhecimento hidrotérmico).....	29
4.7 Teste de Microcisalhamento (μ SB)	30
4.8 Análise de sobrevivência.....	30
4.8.1 Preparo das amostras	30
4.8.2 Tratamento de superfície e cimentação.....	31
4.8.3 Ensaio de resistência carga monotônica	32
4.8.4 Ensaio em fadiga	32
5 RESULTADO	33
5.1 Análise de falha em microscópio óptico	33
5.2 Análise de falhas em microscópio eletrônico de varredura (MEV).....	35
5.3. Ensaio de resistência monotônica	35
5.4 Análise do limite de fadiga	36
5.5 Análise estatística	38
5.6 Análise de sobrevivência.....	41
6 DISCUSSÃO	43

6.1 Resistência de união.....	43
6.2 Limite de Fadiga.....	45
7 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

No tratamento de reabilitação de traumas, fraturas, doenças periodontais e cáries extensas, o uso de materiais de alta performance como as cerâmicas, polímeros e implantes dentários é crescente. (Luo et al., 2023). O aumento da utilização de cerâmicas para a confecção de coroas livre de metal relaciona-se à boa estética, biocompatibilidade, maior transmissão de luz e baixa condutibilidade térmica. (Bergamo et al., 2019; Sedrez-Porto et al., 2020; Nagi Neeman et al., 2023).

Um exemplo de cerâmica utilizada em tratamentos reabilitadores é o dissilicato de lítio, pertencente ao grupo das vitrocerâmicas. A boa performance a longo prazo desse material (~10 anos de sucesso em 90% dos casos) em dentes anteriores é bem estabelecida por estudos clínicos (Kern et al., 2012; Gehrt et al., 2013; Edelhoff D. et al., 2019), mas há contra indicações quanto à sua indicação no setor posterior. Isso ocorre devido à baixa tenacidade à fratura do dissilicato (~2Mpa.m), que leva a fraturas por fadiga (Yu Zhang, 2018). Não se sabe, porém, como esse material se comporta quando cimentado sobre infraestruturas totalmente poliméricas.

Em se tratando dos implantes de titânio, apesar de biocompatíveis, possuem um módulo elástico maior que o do osso. Essa diferença gera o fenômeno chamado “*stress-shielding*”, segundo o qual o osso se remodela conforme a carga aplicada, diminuindo o volume ósseo (Luo C et al., 2023; Shariq et al., 2016) ao redor do implante e, possivelmente, sua perda. Tendo em vista essas limitações dos materiais cerâmicos e metálicos, os polímeros podem ser uma opção para a confecção de restaurações indiretas (Neeman et al., 2023) e, atualmente, muitos desses polímeros indiretos substituem os metais como infraestruturas. Um dos materiais poliméricos mais utilizados é o Polyether ether keetone (PEEK), um polímero poliaromático, semicristalino e termoplástico sintetizado a partir da reação de polimerização em etapas e a alquilação dos bisfelonatos (Khurshid et al., 2022). Surgiu em meados de 1980, com aplicações na área da engenharia aeronáutica (OrtegaMartínez et al., 2017). Em 1998 foi introduzido na área de biomateriais como material ortopédico em implantes de coluna; seu maior benefício é o módulo elástico baixo (3-4 GPa), próximo ao do osso humano (Shariq et al., 2016).

O PEEK pode ter suas propriedades facilmente alteradas com a incorporação de outros materiais, como fibras de carbono, que aumentam seu potencial elástico (18 GPa), tornando-se compatível com o osso cortical e a dentina. (Shariq et al., 2016). Entre suas propriedades também podemos citar que é resistente ao estresse em altas temperaturas (em torno de 343 °C) sem sofrer significativa degradação (Wang B. et al., 2022). Outro material composto, mas eminentemente polimérico, é a resina com reforço de fibras de vidro, utilizada para confecção de estrutura de próteses. Possui indicações semelhantes às do PEEK, mas baseia-se em uma densa rede reforçada com fibras de vidro. Estudos em odontologia com esse material são mais escassos que os de PEEK (Biofunctional, 2022).

A utilização dos polímeros para a confecção de infraestrutura de próteses em substituição às ligas metálicas favoreceu a estética por conta da sua translucidez e coloração, baixa sorção e solubilidade e por ser um material mais leve (Campbell et al., 2017). Apesar disso, o PEEK possui coloração acinzentada ou branca opaca, não permitindo aplicações em regiões estéticas. Dessa forma, o mais comum é sua caracterização com resina composta ou uma cerâmica vítrea, como o dissilicato de lítio, cimentado adesivamente (Sloan R. et al., 2022). Tendo em vista a melhor adesão aos polímeros, dos tratamentos de superfície o mais utilizado é o jateamento com óxido de alumínio, um método eficiente para a alteração morfológica da superfície, após o qual se observa o aumento da molhabilidade e uma estabilidade nos padrões de rugosidade após um certo tempo do tratamento. Os autores observaram um aumento considerável do nível de rugosidade do PEEK, que também resultou nos melhores resultados de resistência de união ao cimento resinoso, após 24h (Rocha et al., 2016).

As cerâmicas também necessitam de um tratamento de superfície, convencionalmente condicionamento com ácido hidrófluorídrico para as cerâmicas vítreas, o qual cria micro-retenções na superfície da cerâmica, dissolvendo parcialmente a fase vítrea. É eficiente em alterar a topografia da cerâmica, mas é potencialmente tóxico e irritante para os tecidos orais. Após a etapa de condicionamento com ácido, aplica-se o silano para unir o dióxido de silício presente na superfície da cerâmica e a matriz resinosa presente no cimento, cujas ligações cruzadas aumentam durante a fotopolimerização (Singhal et al., 2015).

O Monobond Etch & Prime (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) é um

primer monocomponente para as cerâmicas, que realiza o condicionamento e a silanização das vitrocerâmicas em uma única etapa, além de limpar a saliva remanescente. Produz eficiente capacidade de união entre cimento e cerâmicas como o dissilicato (Tribst et al., 2018) e parece ser capaz de melhorar a união aos substratos poliméricos aumentando sua resistência de união após envelhecimento (Koko et al., 2021, Alfonzo-Leon et al., 2023). Isso dispensaria o condicionamento com ácido hidrófluorídrico que passaria a ser realizada pelo polifluoreto de amônio, o qual se mostrou menos agressivo aos tecidos (Maier et al., 2019). Até o momento, não há estudos que avaliem o condicionamento com Monobond Etch & Prime (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) e como esses materiais se comportam após envelhecimento com ciclos hidrotérmicos ou fadiga mecânica. Apesar desse material ser indicado exclusivamente às cerâmicas vítreas, os estudos precursores demonstram importante potencial de união aos polímeros e justificam mais investigações (Alfonzo-Leon et al., 2023).

Tendo em vista o crescente uso de cerâmicas cimentadas sobre infra-estruturas poliméricas e os poucos estudos com a resina reforçada por fibra de vidro, este projeto tem como objetivo avaliar a resistência de união entre o dissilicato de lítio e os polímeros com diferentes tratamentos de superfície, além da probabilidade de sobrevivência sobre os polímeros PEEK e Zantex, após ensaio de fadiga cíclica.

7 CONCLUSÃO

O polímero reforçado com fibra de vidro (Zantex) apresenta uma elevada resistência de união e resistência em fadiga, tornando se promissor para a confecção de infraestruturas de coroas na odontologia. O PEEK apesar de possuir interessantes propriedades, sua baixa resistência de união o torna um material com uma maior limitação de uso.

O primer autocondicionante Monobond Etch and Prime (Ivoclar Vivadent) elevou significativamente a resistência de união do polímero reforçado com fibra de vidro. (Zantex), desta forma pesquisas futuras utilizando o tratamento de superfície com o primer em combinação com o Zantex em ensaios clínicos, torna-se interessante para avaliar esse comportamento clínico.

REFERÊNCIAS

- Abdulrahman S, Von See Mahm C, Talabani R, Abdulateef D. Evaluation of the clinical success of four different types of lithium disilicate ceramic restorations: a retrospective study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):625. doi: 10.1186/s12903-021-01987-1.
- Aldhuwayhi S, Alauddin MS, Martin N. The structural integrity and fracture behaviour of teeth restored with PEEK and lithium-disilicate glass ceramic crowns. *Polymers (Basel)*. 2022 Mar 1;14(5):1001. doi: 10.3390/polym14051001. PMID: 35267824; PMCID: PMC8914752.
- Alfonzo-Léon GS, Carvalho ABG, Melo RM, Torres CRG, Saavedra GSA. Benefits of a self-etch-and-prime component on bonding to composite blocks. *Academy of Dental Materials 2023 student travel award winner for Latin America*. San Diego, California.
- Alsolami A, Alzahrani KM. Self-Etching Ceramic Primer Application Time Influences Durability of Bonding to Lithium Disilicate and Advanced Lithium Disilicate Ceramics. *Coatings*. 2024 Nov;14(11):1461. doi: 10.3390/coatings14111461.
- Alves WG, Souza LFB, Pereira GKR, Valandro LF, Kapczinski MP, Mengatto CM, et al., Fit and fatigue behavior of CAD-CAM lithium disilicate crowns. *J Prosthet Dent*. 2023 Aug;130(2):241.e1-241.e8. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.05.007. Epub 2023 Jun 15. PMID: 37328406.
- Baldissara P, Monaco C, Onofri E, Fonseca RG, Ciocca L. Fatigue resistance of monolithic lithium disilicate occlusal veneers: a pilot study. *Odontology*. 2019 Oct;107(4):482-490. doi: 10.1007/s10266-019-00417-7. Epub 2019 Mar 6. PMID: 30840218.
- Bankoğlu Güngör M, Karakoca Nemli S. Fracture resistance of CAD-CAM monolithic ceramic and veneered zirconia molar crowns after aging in a mastication simulator. *J Prosthet Dent*. 2018;119(3):473-80.
- Barbosa-Júnior S, Pereira G, Dapieve K, Machado P, Valandro L, Schuh C, et al., Mechanical fatigue analysis of PEEK as alternative to zirconia for definitive hybrid abutments supporting all-ceramic crowns. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2020;35(6):1209–1217. doi: 10.11607/jomi.8262.
- Basegio MM, Pecho OE, Ghinea R, Perez MM, Della Bona A. Masking ability of indirect restorative systems on tooth-colored resin substrates. *Dent Mater*. 2019;35(6):e122-e30.

Basso GR, Kodama AB, Pimentel AH, Kaizer MR, Bona AD, Moraes RR, et al., Masking colored substrates using monolithic and bilayer CAD-CAM ceramic structures. *Oper Dent*. 2017;42(4):387-95.

Bergamo E, et al., Confiabilidade e modo de falha de próteses parciais fixas implantossuportadas com infraestrutura de compósito reforçado por fibra. *PróteseNews*. 2016;6:672-680.

Bergamo ETP, Bastos TMC, Lopes ACO, de Araujo Júnior ENS, Coelho PG, Benalcazar Jalkh EB, et al., Physicochemical and mechanical characterization of a fiber-reinforced composite used as frameworks of implant-supported prostheses. *Dent Mater*. 2021 Aug;37(8):e443-e453. doi: 10.1016/j.dental.2021.03.014. Epub 2021 Apr 14. PMID: 33865619.

Bonon AJ, et al., Physicochemical characterization of three fiber-reinforced epoxide-based composites for dental applications. *Mater Sci Eng*. 2016;69:905-913.

Bötzel F, et al., Influence of different low-pressure plasma process parameters on shear bond strength between veneering composites and PEEK materials. *Dent Mater*. 2018;18:30088-5.

Bureau MN, Denault J, et al., Fatigue resistance of continuous glass fiber/polypropylene composites: consolidation dependence. *Compos Sci Technol*. 2004 Sep;64(12):1785–1794.

Caglar I, Ates SM, Duymus ZY. An in vitro evaluation of the effect of various adhesives and surface treatments on bond strength of resin cement to polyetheretherketone. *J Prosthodont*. 2019 Jan;28(1):e342–e349.

Campbell SD, Cooper L, Craddock H, Hyde TP, Nattress B, Pavitt SH, et al., Removable partial dentures: the clinical need for innovation. *J Prosthet Dent*. 2017;118(3):273–280. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.01.008.

Campbell SD, et al., Removable partial dentures: The clinical need for innovation. *J Prosthet Dent*. 2017;118(3):273-280.

Carvalho GA, et al., Polyether ether ketone in protocol bars: Mechanical behavior of three designs. *J Int Oral Health*. 2017;9(5):202-206.

Chiapinotto GF, da Rosa LS, Scotti N, Kleverlaan CJ, Valandro LF, Pereira GKR. Does adhesive luting promote improved fatigue performance of lithium disilicate simplified crowns? *J Mech Behav Biomed Mater*. 2022 Oct;134:105373. doi: 10.1016/j.jmbbm.2022.105373. Epub 2022 Jul 19. PMID: 35868064.

da Rosa LS, Velho HC, Tribst JPM, Valandro LF, Kleverlaan CJ, Pereira GKR. Weak adhesion between ceramic and resin cement impairs the load-bearing capacity under

fatigue of lithium disilicate glass-ceramic crowns. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2023 Feb;138:105604. doi: 10.1016/j.jmbbm.2022.105604. Epub 2022 Dec 5. PMID: 36509013.

Dapieve KS, Pereira GKR, Venturini AB, Daudt N, Valcanaia A, Bottino MC, et al., Do resin cement viscosity and ceramic surface etching influence the fatigue performance of bonded lithium disilicate glass-ceramic crowns? *Dent Mater*. 2022 Mar;38(3):e59-e67. doi: 10.1016/j.dental.2021.12.015. Epub 2021 Dec 27. PMID: 34969523.

Dede DÖ, et al., Influence of chairside surface treatments on the shear bond strength of PEKK polymer to veneering resin materials: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2021;125(4):703.e1-703.e7.

Della Bona A, Kelly JR. The clinical success of all-ceramic restorations. *J Am Dent Assoc*. 2008 Sep;139 Suppl:8S-13S. doi: 10.14219/jada.archive.2008.0361. PMID: 18768903.

Dimitriadi M, Zinelis S, Zafiropoulou M, Silikas N, Eliades G. Self-etch silane primer: reactivity and bonding with a lithium disilicate ceramic. *Materials (Basel)*. 2020 Jan 31;13(3):641. doi: 10.3390/ma13030641. PMID: 32023979; PMCID: PMC7040894.

Edelhoff D, Güth JF, Erdelt K, Brix O, Liebermann A. Clinical performance of occlusal onlays made of lithium disilicate ceramic in patients with severe tooth wear up to 11 years. *Dent Mater*. 2019;35(9):1319–1330. doi: 10.1016/j.dental.2019.06.001.

El-Damanhoury HM, Gaintantzoopoulou MD. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. *J Prosthodont Res*. 2018 Jan;62(1):75–83. doi: 10.1016/j.jpor.2017.06.002.

Escobar M, et al., On the synergistic effect of sulfonic functionalization and acidic adhesive conditioning to enhance the adhesion of PEEK to resin-matrix composites. *Dent Mater*. 2021;37(4):741-754.

Fonseca TGN, et al., Influence of different surface treatments on the shear strength between acrylic resin and two materials: Polyether Ether Ketone (PEEK) / ZANTEXR. *Res Soc Dev*. 2022.

Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass-ceramics in dentistry: a review. *Materials (Basel)*. 2020 Feb 26;13(5):1049. doi: 10.3390/ma13051049. PMID: 32110874; PMCID: PMC7084775.

Geris L, Vandamme K, Naert I, Vander Sloten J, Van Oosterwyck H, Duyck J. Mechanical loading affects angiogenesis and osteogenesis in an in vivo bone chamber: a modeling study. *Tissue Eng Part A*. 2010;16:3353–3361.

Gold SA, Ferracane JL, da Costa J. Effect of Crystallization Firing on Marginal Gap of CAD/CAM Fabricated Lithium Disilicate Crowns. *J Prosthodont*. 2018 Jan;27(1):63-66. doi: 10.1111/jopr.12638. Epub 2017 May 17. PMID: 28514042.

Gonçalves VO, et al., Resistência ao cisalhamento losipescu em compósitos de fibra de carbono e de vidro com resina epóxi. *J Aerosp Technol Manag*. 2009;1(1):49-53.

Gupta AK, Gupta R, Gill S, et al., Evaluation of the failure modes and load-bearing capacity of different surface-treated polyether ether ketone copings veneered with lithium di-silicate compared to polyether ether ketone copings veneered with composite: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2021;21(3):295-303.

Güzelce SE. Biomechanical comparison of different framework materials in mandibular overdenture prosthesis supported with implants of different sizes: a finite element analysis. *BMC Oral Health*. 2023 Jul 5;23(1):450. doi: 10.1186/s12903-023-03080-1. PMID: 37408011; PMCID: PMC10324175.

Hallmann L, Mehl A, Sereno N, et al., The improvement of adhesive properties of PEEK through different pre-treatments. *Appl Surf Sci*. 2012 Sep;258(18):7213–7218.

Hatta M, Shinya A, Gomi H, Vallittu PK, Sailynoja E, Lassila LVJ. Effect of Interpenetrating Polymer Network (IPN) Thermoplastic Resin on Flexural Strength of Fibre-Reinforced Composite and the Penetration of Bonding Resin into Semi-IPN FRC Post. *Polymers*. 2021;13:3200. doi:[CrossRef] PubMed PMID:[PubMed].

Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M, et al., Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand*. 1977;35(5):297-303.

Ikeda H. Bond Strength of Sandblasted PEEK with Dental Methyl Methacrylate-Based Cement or Composite-Based Resin Cement. *Polymers*. 2023 Apr;15(8):1830. doi: 10.3390/polym15081830.

Jaros OA, et al., Biomechanical behavior of an implant system using polyether ether ketone bar: Finite element analysis. *J Int Soc Prevent Communit Dent*. 2018;8:446-450.

Kassem AS, Atta O, El-Mowafy O. Survival rates of porcelain molar crowns-an update. *Int J Prosthodont*. 2010 Jan-Feb;23(1):60-2. PMID: 20234895.

Kawaguchi T, Lassila LV, Tokue A, Takahashi Y, Vallittu PK. Influence of molecular weight of polymethyl(methacrylate) beads on the properties and structure of cross-linked denture base polymer. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2011 Oct;4(8):1846–1851. [CrossRef] [PubMed]

Kawaguchi T, Nishimura H, Ito K, Sorimachi H, Kuriyama T, Narisawa I, et al., Impact fatigue properties of glass fiber-reinforced thermoplastics. *Compos Sci Technol*. 2004 Jul-Aug;64(7–8):1043–1050.

Khurshid Z, Nedumgottil BM, Ali RMM, Bencharit S, Najeeb S. Insufficient Evidence to Ascertain the Long-Term Survival of PEEK Dental Prostheses: A Systematic Review of Clinical Studies. *Polym*. 2022 Jun;14(12):2441. doi: 10.3390/POLYM14122441.

Kohorst P, Dittmer MP, Borchers L, Stiesch-Scholz M. Influence of cyclic fatigue in water on the load-bearing capacity of dental bridges made of zirconia. *Acta Biomater*. 2008;4(5):1440-1447. doi:10.1016/j.actbio.2008.04.012.

Koko M, Tagami J, Abdou A. Hydrofluoric-Acid Etching: Successful Pretreatment of Resin-Composite Block with Universal Adhesives. *Dent Mater*. 2022;38:e23–e24. doi: 10.1016/J.DENTAL.2021.12.068.

Kürkçüoğlu I, et al., Effect of surface treatment on roughness and bond strength of CAD-CAM multidirectional glass fiber-reinforced composite resin used for implant-supported prostheses. *Polym Int*. 2021.

Lawson NC, Jurado CA, Huang C, Morris GP, Burgess JO, Liu PR, Kinderknecht KE, Lin CP, Givan DA. Effect of Surface Treatment and Cement on Fracture Load of Traditional Zirconia (3Y), Translucent Zirconia (5Y), and Lithium Disilicate Crowns. *J Prosthodont*. 2019 Jun;28(6):659–665. doi: 10.1111/JOPR.13088.

Liao C, et al., Polyetheretherketone and its compounds for bone replacement and regeneration. *Biomed Polym Mater II*. 2020;1:2858.

Lijnev A, Elango J, Gómez-López VM, Pérez-Albacete Martínez C, Granero Marín JM, Maté Sánchez De Val JE. Antibacterial and Proliferative Effects of NaOH-Coated Titanium, Zirconia, and Ceramic-Reinforced PEEK Dental Composites on Bone Marrow Mesenchymal Stem Cells. *Pharmaceutics*. 2023 Jan;15(1). doi: 10.3390/pharmaceutics15010098.

Lin SK, Lee YL, Lu MW. Evaluation of the staircase and the accelerated test methods for fatigue limit distribution. *Int J Fatigue*. 2001;23(1):75–84.

Luo C, Liu Y, Peng B, Chen M, Liu Z, Li Z, Kuang H, Gong B, Li Z, Sun H. PEEK for Oral Applications: Recent Advances in Mechanical and Adhesive Properties. *Polym*. 2023 Jan;15(2). doi: 10.3390/POLYM15020386.

M.N Bureau, J Denault Fatigue resistance of continuous glass fiber/polypropylene composites: consolidation dependence, *Composites Science and Technology*, Volume 64, Issue 12, 2004,

Machado PS, Cadore-Rodrigues AC, Chaves ET, Susin AH, Valandro LF, Pereira GKR, et al., Surface treatments and adhesives used to increase the bond strength between polyetheretherketone and resin-based dental materials: a scoping review. *J Adhes Dent.* 2022;24(1):233–245.

Manolea HO, et al., Current Options of Making Implant Supported Prosthetic Restorations to Mitigate the Impact of Occlusal Forces. *Defect Diffus Forum.* 2017;376:66-77.

Maqbool B, Rego HMC, Santos GC Jr, Ari N, Santos MJMC. Effect of different surface treatment protocols on the bond strength between lithium disilicate and resin cements. *Odontology.* 2024 Jan;112(1):74-82. doi: 10.1007/s10266-023-00809-w. Epub 2023 Apr 10. PMID: 37036616.

Munshi N, Rosenblum M, Jiang S, Flinton R. In Vitro Wear Resistance of Nano-Hybrid Composite Denture Teeth. *J Prosthodont.* 2017;26:224–229. doi:[CrossRef] PubMed PMID:[PubMed].

Nagi N, Fouda AM, Bourauel C. Comparative evaluation of internal fit and marginal gap of endocrowns using lithium disilicate and polyether ether ketone materials - an in vitro study. *BMC Oral Health.* 2023;23(1):1–8. doi: 10.1186/S12903-023-02857-8.

Najeeb S, et al., Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res.* 2016;60(1):12-9.

Najeeb S, Zafar MS, Khurshid Z, Siddiqui F. Applications of polyetheretherketone (PEEK) in oral implantology and prosthodontics. *J Prosthodont Res.* 2016 Jan;60(1):12–19. doi: 10.1016/J.JPOR.2015.10.001.

Noiset O, Schneider YJ, Marchand-Brynaert J. Adhesion and growth of CaCo2 cells on surface-modified PEEK substrata. *J Biomater Sci Polym Ed.* 2000;11:767–786.

Ortega-Martínez J, Farré-Lladós M, Cano-Batalla J, Cabratosa-Termes J. Polyetheretherketone (PEEK) as a medical and dental material. A literature review. *Med Res Arch.* 2017 Apr;5(4). doi: 10.18103/mra.v5i4.1209.

Padipatvuthikul P, Mair LH. Comparison of Shear Bond Strength, Fatigue Limit and Fatigue Life in resin-bonded metal to enamel bonds. *Dent Mater.* 2008;24(5):674-680. doi:10.1016/j.dental.2007.06.034.

Pulici CE, et al., Influence of the surface treatment on shear bond strength of coating ceramics of zirconia. *J Int Dent Med Res.* 2017;10(2):193-197.

Qamar Z, Zeeshan T, Alqahtani WMS, Alanazi A, Khalid Aqeel Almejlad N, Ahmed Khan T, Samran A. Modulation of implants PEEK to composite resin shear bond strength and surface roughness on pre-treatment with contemporary air abrasion

techniques vs photodynamic therapy vs conventional diamond grit bur. *Photodiagn Photodyn Ther.* 2023 Sep;43:103689. doi: 10.1016/j.pdpdt.2023.103689. Epub 2023 Jul 4. PMID: 37414110.

Ramos EV. Efeito de diferentes tratamentos de superfície sobre a rugosidade do Poli-éter-éter-cetona (PEEK) e sua resistência de união à resina acrílica termoativada [tese]. Campinas: Faculdade de Odontologia São Leopoldo Mandic; 2018.

Rocha RF, et al., Bonding of the polymer polyetheretherketone (PEEK) to human dentin: effect of surface treatments. *Braz Dent J.* 2016;27(6):693-699.

Rocha RFV, Anami LC, Campos TMB, de Melo RM, e Souza ROA, Bottino MA. Bonding of the Polymer Polyetheretherketone (PEEK) to Human Dentin: Effect of Surface Treatments. *Braz Dent J.* 2016;27(6):693–699. doi: 10.1590/0103-6440201600796.

Rosentritt M, Behr M, Preis V. A Critical Evaluation of Fatigue Studies for Restorative Materials in Dentistry. *Curr Oral Health Rep.* 2016;3(3):221–228. doi:10.1007/S40496-016-0097-8.

Rosentritt M, et al., Shear bond strength between veneering composite and PEEK after different surface modifications. *Clin Oral Investig.* 2015;19(3):739-.

Schlichting LH, Resende TH, Reis KR, Raybolt dos Santos A, Correa IC, Magne P. Ultrathin CAD-CAM glass-ceramic and composite resin occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion: An up to 3-year randomized clinical trial. *J Prosthet Dent.* 2022 Aug;128(2):158.e1-158.e12. doi: 10.1016/J.PROSDENT.2022.02.009.

Sedrez-Porto JA, Münchow EA, Cenci MS, Pereira-Cenci T. Which materials would account for a better mechanical behavior for direct endocrown restorations? *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020 Feb;103:103592. doi: 10.1016/J.JMBBM.2019.103592.

Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2018 Apr;119(4):593-599. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.06.012. Epub 2017 Aug 4. PMID: 28781072.

Sloan R, Hollis W, Selecman A, Jain V, Versluis A. Bond strength of lithium disilicate to polyetheretherketone. *J Prosthet Dent.* 2022 Dec;128(6):1351-1357. doi: 10.1016/j.prosdent.2021.02.025. Epub 2021 Apr 10. PMID: 33846011.

Sproesser O, et al., Effect of sulfuric acid etching of polyetheretherketone on the shear bond strength to resin cements. *J Adhes Dent.* 2014;16(5):465-472.

Stawarczyk B, et al., Bonding of composite resins to PEEK: the influence of adhesive systems and air-abrasion parameters. *Clin Oral Investig.* 2018;22(2):763-771.

Stawarczyk B, et al., PEEK surface treatment effects on tensile bond strength to veneering resins. *J Prosthet Dent.* 2014;112(5):1278-1288.

Stawarczyk B, Taufall S, Roos M, Schmidlin PR, Lümckemann N. Bonding of composite resins to PEEK: the influence of adhesive systems and air-abrasion parameters. *Clin Oral Investig.* 2018 Mar;22(2):763-771. doi: 10.1007/s00784-017-2151-x. Epub 2017 Jun 24. PMID: 28647864.

Stawarczyk B, Taufall S, Roos M, Schmidlin PR, Lümckemann N. Bonding of composite resins to PEEK: the influence of adhesive systems and air abrasion parameters. *Clin Oral Investig.* 2018;22:763–771.

Streiff KR, Lepe X, Johnson GH. Long-term retention of lithium disilicate crowns with a current bioactive cement. *J Esthet Restor Dent.* 2021 Jul;33(4):621–627. doi: 10.1111/jerd.12718.

Torstrick FB, et al., Effects of Surface Topography and Chemistry on Polyether-Ether-Ketone (PEEK) and Titanium Osseointegration. *Spine (Phila Pa 1976).* 2020;45(8):E417-E424.

Toth JM, Wang M, Estes BT, Scifert JL, Seim HB, Turner AS. Polyetheretherketone as a biomaterial for spinal applications. *Biomaterials.* 2006 Jan;27(3):324–334. doi: 10.1016/J.BIOMATERIALS.2005.07.011.

Tribst JP, Diamantino PJ, de Freitas MR, Tanaka IV, Silva-Concílio LR, de Melo RM, Saavedra GS. Effect of active application of self-etching ceramic primer on the long-term bond strength of different dental CAD/CAM materials. *J Clin Exp Dent.* 2021 Nov;13(11):e1089–e1095. doi: 10.4317/jced.58723.

Tribst JPM, Anami LC, Özcan M, Bottino MA, Melo RM, Saavedra GSF. Self-etching primers vs acid conditioning: Impact on bond strength between ceramics and resin cement. *Oper Dent.* 2018 Jul-Aug;43(4):372–379. doi: 10.2341/16-348-L.

Vallittu PK. Interpenetrating polymer networks (IPNs) in dental polymers and composites. *J Adhes Sci Technol.* 2009;23:961–972. [CrossRef]

Vila-Nova TEL, Moura DMD, Araújo GM, et al., Effect of adhesive resin application on the durability of adhesion to CAD/CAM glass-ceramics after either hydrofluoric acid etching or self-etch primer application. *J Adhes Dent.* 2022;24:279–289. doi: 10.3290/j.jad.b3240691.

Wang B, Huang M, Dang P, Xie J, Zhang X, Yan X. PEEK in Fixed Dental

Prostheses: Application and Adhesion Improvement. *Polym.* 2022 Jun;14(12):2323. doi: 10.3390/polym14122323.

Wang F, Yu T, Chen J. Biaxial flexural strength and translucent characteristics of dental lithium disilicate glass ceramics with different translucencies. *J Prosthodont Res.* 2020 Jan;64(1):71-77. doi: 10.1016/j.jpor.2019.04.007. Epub 2019 May 11. PMID: 31088735.

Wille S, Lehmann F, Kern M. Durability of Resin Bonding to Lithium Disilicate and Zirconia Ceramic using a Self-etching Primer. *J Adhes Dent.* 2017;19(6):491-496. doi: 10.3290/j.jad.a39545. PMID: 29234754.

Zaghloul MY, Zaghloul MMY, Zaghloul MMY, et al., Influence of Stress Level and Fibre Volume Fraction on Fatigue Performance of Glass Fibre-Reinforced Polyester Composites. *Polym.* 2022 Jul 1;14(13):2662. doi: 10.3390/polym14132662.

Zhou L, Qian Y, Zhu Y, Liu H, Gan K, Guo J. The effect of different surface treatments on the bond strength of PEEK composite materials. *Dent Mater.* 2014 Aug;30(8):e209–e215.