

Adesão entre cimento resinoso e zircônia: uma revisão de literatura sobre tratamentos da superfície e testes de resistência de união

Bonding between resin cement and zirconia: a review of the literature on surface treatments and bond strength test

Viviane Maria Gonçalves de Figueiredo¹, Janaina Emanuella Galvão Menezes², Franco de Almeida Barros³, Manassés Tercio Vieira Grangeiro⁴, Lafayette Nogueira Junior⁵

¹Autora para correspondência. Centro Universitário de João Pessoa. João Pessoa, Paraíba, Brasil. ORCID: 0000-0003-4657-0984. vivi_mfigueiredo@yahoo.com.br

²Centro Universitário Leão Sampaio. Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: 0000-0001-7345-4255. janaina_g.menezes@hotmail.com

³Centro Universitário Leão Sampaio. Juazeiro do Norte, Ceará, Brasil. ORCID: 0000-0001-9666-9427. cd.francoalmeida@gmail.com

⁴Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos, São Paulo, Brasil. ORCID: 0000-0003-0955-0968. terciomanasses@gmail.com

⁵Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos, São Paulo, Brasil. ORCID: 0000-0001-8443-6722. lafayette@fosjc.unesp.br

RESUMO | OBJETIVO: revisar a literatura sobre a adesão a cerâmica zircônia ao cimento resinoso enfatizando os diferentes tratamentos disponíveis na literatura. **MATERIAL E MÉTODO:** foi realizada busca nas bases de dados eletrônicas PubMed, Scielo e Bireme, utilizando os termos de busca *adhesion, zirconia, bond strength*. Os critérios de inclusão e exclusão foram estudos in silico, in vitro, in vivo; revisão sistemáticas e metanálise, literatura que aborda as variáveis em estudo, idioma em português e inglês. **RESULTADOS:** a adesão da zircônia aos demais materiais restauradores vem ganhando destaque, uma vez que atuam melhorando a união entre cimento resinoso e cerâmica, estando diretamente ligado a funcionalidade do conjunto. As técnicas cientificamente embasadas que atuam a promover de forma mecânica ou química a interação de materiais com partículas de características distintas, estando entre elas a silicização por jateamento de micropartículas de alumina revestidas de sílica e a deposição de finas camadas de plasma. **CONSIDERAÇÕES FINAIS:** testes de resistência de união e análise de superfície são de longe a melhor forma de qualificar e dar rumo aos experimentos e tratamentos direcionados aos materiais restauradores odontológicos, podendo levar a um patamar mais elevado as características adesivas adquiridas.

PALAVRAS-CHAVE: Cerâmica. Adesão. Tratamento de superfície.

ABSTRACT | OBJECTIVE: to review the literature on ceramic zirconia adhesion to resin cement emphasizing the different treatments available in the literature. **MATERIAL AND METHOD:** We searched the electronic databases PubMed, Scielo and Bireme, using the terms adhesion, zirconia, bond strength. The inclusion and exclusion criteria were in silico, in vitro, in vivo studies; systematic review and meta-analysis, literature that addresses the study variables, language in Portuguese and English. **RESULTS:** the zirconia adhesion to other restorer materials has been gaining prominence, since they act improving the bond between resinous cement and ceramics, been directly connected to the functionality of the set. There are scientifically based techniques, nowadays, that promote in a mechanic or chemical way the materials interaction with particles of distinct aspects, been among them the blasting of alumina micro particles coated with silica and deposition of thin layers of plasma. **FINAL CONSIDERATIONS:** union resistance tests and surface analysis are by far the best form to qualify and forward experiments and directed treatments to restorer dental materials, being able to take adhesive characteristics acquired to a higher level.

KEYWORDS: Ceramics. Adhesion. Treatment.

Introdução

A odontologia restauradora evoluiu substantivamente nas últimas décadas com técnicas mais avançadas e materiais inovadores que prometem suprir as necessidades do cirurgião-dentista e seu respectivo paciente. Um exemplo desta evolução são as cerâmicas acidoresistentes, que apresentam elevada resistência mecânica, o caso da Zircônia Tetragonal Parcialmente Estabilizada por Óxido Ítrio¹.

Apesar das qualidades mecânicas apresentadas pela Y-TZP, características indesejáveis se fazem presente, como a incapacidade de condicionamento com ácido fluorídrico a 10% e a pobre adesão aos cimentos resinosos²⁻⁶. Na tentativa de favorecer a união entre zircônia e cimento resinoso o tratamento da superfície interna desta cerâmica tem sido proposto na literatura, a fim de solucionar esta problemática.

Métodos químicos, mecânicos e mecânicos-químicos são algumas formas de tratar esta superfície cerâmica, sendo assim o cirurgião-dentista atual deve ter o conhecimento das evidências científicas para selecionar o tratamento a ser realizado em sua clínica diária. Assim se faz preciso conhecer os testes de resistência de união que irão apontar a eficiência da adesão entre a Y-TZP e os cimentos resinosos⁷. Pois conforme a literatura, a adesão entre zircônia e cimentos resinosos é influenciada pelo tratamento de superfície, tipo de cimento resinoso, teste de resistência de união e condição de envelhecimento⁸.

Tomando como base todos os fatos citados acima, objetiva-se revisar as principais publicações sobre o tema em pauta, tomando nota dos principais tratamentos de superfície utilizados no tratamento da Y-TZP para promover a adesão aos cimentos resinosos, bem como a ação dos testes de resistência de união na avaliação científica do tratamento de superfície cerâmica.

Material e métodos

Identificação e seleção de estudos relevantes

Foi selecionada a literatura significativa dos últimos cinco anos, por meio de resumos e abstracts, pelas palavras-chaves buscadas no Mesh: *Adhesion*,

Zircônia, bond strength; assim as variáveis a serem abordadas são os tratamentos de superfície, testes e valores de resistência de união. Os critérios de inclusão e exclusão foram: Inclusão Estudos in silico, in vitro, in vivo; revisão sistemáticas e metanálise, literatura que aborda as variáveis em estudo, idioma em português e inglês. Já a exclusão foram: Revisão de literatura, caso clínico, carta ao editor, literatura que aborde a resistência de união sobre outras cerâmicas odontológicas, literatura que aborde a degradação e mecânica da Y-TZP.

Discussão

Zircônia tetragonal estabilizada por óxido de ítrio (Y-TZP)

A Zircônia é uma cerâmica odontológica, acidoresistente que apresenta indicação para reposição de um elemento dental perdido por meio de prótese parcial fixa sobre dente ou sobre implante. Apresenta elevados valores de resistência a fratura, assim sendo utilizada como infra-estrutura para próteses, biocompatibilidade aos tecidos orais e resistência a corrosão. No entanto possui pouca ou ausência de fase vítrea e um elevado conteúdo cristalino, o que configura a tal material a limitação estética e baixa adesão aos cimentos resinosos⁹.

A adesão é um fenômeno de atração superficial entre materiais distintos, a mesma pode ser obtida por meios químicos, físicos, mecânicos ou até mesmo a combinação de tais⁷. Sendo assim, para favorecer o desempenho adesivo da zircônia por ser uma cerâmica de alto de conteúdo cristalino é a realização do tratamento de superfície que busca modificar a superfície cerâmica para favorecer as ligações adesivas ao cimento resinoso.

A molhabilidade (capacidade de espalhamento de um adesivo sobre uma superfície) um fator que está diretamente associado a adesão⁷. A molhabilidade do substrato depende da interação das superfícies do material e adesivo, sendo representado pelo ângulo de contato formado pelos mesmos. Tais ângulos podem variar em agudos menores do que 90°, maiores que 90°, ou iguais a 0° (para fluidos com boa capacidade de molhabilidade), valor considerado o ideal, extraindo toda a capacidade adesiva, ou seja, toda a superfície é molhada pelo fluido¹⁰.

Tratamentos de superfície

O tratamento da superfície cerâmica (Y-TZP) objetiva modificar a superfície cerâmica, tornando-a potencial para promover a união aos cimentos resinosos. Estes tratamentos são propostos tendo como referencial principal as adesões do tipo química, mecânica ou mecânico-química¹. Os principais tratamentos de superfície citados na literatura estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1. Tratamentos da Superfície cerâmica e descrição

Tratamento de Superfície	Descrição
<i>Silicatização - Jateamento de micropartículas de óxido de alumínio revestidas por sílica</i>	<p>Caracterizado pelo seu caráter mecânico e químico (tribosilicatização), envolto nas partículas de alumínio (quando tais são revestidas por sílica) cravejadas na superfície cerâmica favorece a união ao cimento resinoso.</p> <p>Favorece o embricamento mecânico pela modificação topográfica gerada na interface de união e química pela camada de sílica obtida através do processo.</p> <p>Thompson et al.¹</p>
<i>Laser</i>	<p>O laser aumento da energia de superfície do substrato, favorecendo a capacidade de molhamento superficial.</p> <p>Kasraei et al.⁵</p>
<i>Primers</i>	<p>Os primers são uma opção simplificada no que diz respeito à adesão, atualmente são estudados e fabricados para atuarem em diversos tipos de materiais restauradores, podendo contribuir na adesividade em superfícies cerâmicas</p> <p>Amaral et al.¹¹</p>
<i>Vitrificação</i>	<p>O princípio da vitrificação é a utilização de um glazer cerâmico, a fim de modificar uma superfície acidoresistente em uma superfície ácido-sensível.</p> <p>Bottino et al.¹²</p>
<i>Plasma</i>	<p>Deposição de um nanofilme por meio do crescimento de uma camada sobre a superfície de um substrato (cerâmica) por plasma, favorecendo a energia de superfície e o molhamento da superfície Y-TZP.</p> <p>Figueiredo³</p>

Silicatização

O jateamento de micropartículas de óxido de alumínio apresenta-se como um tratamento de superfície mecânico, e quando tais partículas são recobertas por sílica um tratamento mecânico e químico, assim promove a modificação superficial da zircônia^{4,13}. Ou seja, aumenta significativamente a rugosidade de superfície, o que interfere diretamente na molhabilidade da superfície cerâmica e favorece a união aos cimentos resinosos, sendo um tratamento eficaz para a cerâmica Y-TZP^{6,13}.

Há vários protocolos de jateamento relatados na literatura quanto ao jateamento, que diferem quando a dimensão dos grãos de óxido de alumínio (Al₂O₃ 30 µm, 50 µm, 110 µm), óxido de alumínio revestido por sílica; o tempo, a distância e a pressão de jateamento². Já em uma revisão sistemática⁸ em que relatou 169 protocolos de jateamento promotores adesivos (primers ou silanos). Um dos protocolos mais aceitos e utilizados é descrito³ pelo jateamento com micropartículas de óxido de alumínio revestidas por sílica-30 µm, com uso de microjateador a uma distância de 10 mm da superfície a ser jateada, por 10 segundos a uma pressão de 2,8 bar; durante o processo deve-se realizar movimentos circulares, a fim de uniformizar o tratamento ao longo da superfície.

A zircônia possui uma transformação de fase que provém um aumento de cerca de 3% do volume, ou seja, a transformação cristalina da fase tetragonal para a fase monoclinica, que ocorre quando tal cerâmica é submetida a um estresse ou tensão. Assim ocorre a modificação de fase dos grãos de zircônia na tentativa de conter a propagação de trincas, essa mudança faz com que haja áreas desta cerâmica que não serão encontradas em sua fase estabilizada, o que pode gerar uma redução da resistência a fratura desta peça cerâmica¹⁴.

O jateamento com micropartículas de óxido de alumínio, por atuar com diferentes dimensões de partículas, pressão, distância e tempo de jateamento, pode favorecer a formação de microfissuras que induzem a mudança de fase da zircônia, quanto maior a dimensão da partícula mais danos ocorrerá a superfície cerâmica. O jateamento promove o aumento significativamente das microfissuras na superfície cerâmica, e faz com que os limites de grão desapareçam, este tratamento de superfície induz rachaduras⁶.

Uma nova proposta para realizar o jateamento, ou seja, realizar a tribossilicatização previamente a sinterização, como também o uso de diferentes partículas de jateamento o uso do pó de feldspática e o pó de leucita, os jateando também previamente a sinterização da zircônia. Observou-se que ocorre um menor percentual de mudança de fase da Y-TZP, além de apresentar elevados valores de resistência de união após o envelhecimento¹⁵.

Laser

A observação do efeito de CO₂ e Nd YAG lasers sobre a Y-TZP na resistência de união aos cimentos resinosos, com base nos achados baseline e após o envelhecimento em termociclagem e armazenamento em água verificou-se que a durabilidade de união é mais favorável com o uso do laser que no grupo sem tratamento⁵.

O tratamento de superfície sobre a Y-TZP pré-sinterizada com diferentes larguras temporais de pulsos de laser, assim verificou-se que após a sinterização desta cerâmica observou-se em alguns grupos alterações na rugosidade superficial que favorecem ao desempenho adesivo semelhantes a tribossilicatização¹⁶.

Primers

O uso de Primers auxilia o fenômeno de adesão entre a zircônia e os cimentos resinosos, sendo amplamente utilizados na clínica diária pela facilidade de obtenção e simplicidade de uso. No entanto o efeito dos mesmos não supera os valores de resistência de união da tribossilicatização¹⁴. Como também apresentam uma significativa redução dos valores de resistência de união após o envelhecimento, não sendo recomendado o uso dos mesmos isoladamente¹⁷.

O agente de união, Silano, uma molécula bifuncional, de natureza orgânica e inorgânica, amplamente utilizado na odontologia, promovendo a ligação química entre o cimentos resinosos e porcelanas, também tem sido utilizada com as cerâmicas Y-TZP, porém a ação apenas da mesma é ineficiente, sem a ação de um tratamento devido a estabilidade das cerâmicas acidoresistentes e sua apolaridade, o que difere nas cerâmicas ácido-sensíveis¹.

Vitrificação

A vitrificação consiste na aplicação de glaze sobre a superfície da Y-TZP a fim de promover uma camada de sílica (modificação química), transformando a cerâmica acidoresistente em ácido-sensível na tentativa de melhorar a resistência de união aos cimentos resinosos¹².

Através do teste de microcisalhamento observou que o efeito do glaze melhora a adesão entre zircônia e cimento resinoso, porém a análise de falha mostra que esta camada de vidro é fraturada, gerando falhas coesivas, assim com base nestes resultados podemos questionar se há longividade no uso da vitrificação¹⁸. Já no estudo¹⁹, observou que após a aplicação do glaze + ácido fluorídrico houve a elevação de desadaptação marginal de copings em zircônia.

Plasma

A deposição de um nanofilme a plasma (crescidos em reatores atômicos) sobre uma superfície cerâmica busca modificar quimicamente a Y-TZP, a fim de favorecer a união aos cimentos resinosos, em que a deposição de um nanofilme de sílica sobre a zircônia, assim após os testes de resistência de união observou-se os grupos com nanofilme apresentaram valores de união semelhantes a tribossilicatização após o envelhecimento térmico²⁰.

A resistência de união entre zircônia e cimentos resinosos através da deposição de nanofilmes de sílica e flúor, promovem a mudança química da Y-TZP favorecendo a molhabilidade da superfície cerâmica, porém não apresenta valores de união satisfatórios baseline e após envelhecimento para que seja um tratamento para ser usado na clínica diária³.

Testes de resistência de união

Compreender a ação dos testes de resistência de união é primordial na seleção do tratamento de superfície a ser adotado pelo cirurgião-dentista; pois estes testes preveem o desempenho clínico; os testes mais relatados pela literatura são cisalhamento, microcisalhamento, tração e microtração⁸.

Há uma vasta discussão científica sobre que teste é mais adequado para medir resistência de união, pois

uma mesma condição de adesão pode-se obter valores de união distintos conforme os testes utilizados, devido a variabilidade dos resultados por meio do tamanho da interface de ligação afetar significativamente os resultados²¹. Para mensurar a adesão entre zircônia e cimentos resinosos o cisalhamento tem sido bastante utilizado, pela simplicidade de realizar o teste¹. O Quadro 2 apresenta as vantagens e desvantagens dos macro e micro testes de resistência de união. Enquanto que o Quadro 3 apresenta os estudos revisados e os respectivos testes de resistência de união.

Como observado no Quadro 3 há uma prevalência do macro teste Cisalhamento para avaliar a resistência de união entre zircônia e cimentos resinoso, tal condição pode ser explicada pela elevada resistência mecânica desta cerâmica dificultado a confecção de "palitos" para o teste de microtração. Embora o teste de microtração apresenta uma melhor condição de distribuição de tensão ao conduzir o teste, como também mais veracidade nos resultados encontrados. Independentemente do tipo de tratamento de superfície sobre a Y-TZP, os testes de micro apresentam valores mais elevados de resistência de união que os seus testes "macro" equivalentes²¹.

O número de espécimes também é um fator a ser levado em consideração, pois o uso de poucos espécimes causa um "falso-positivo" nos resultados, assim se faz necessário cálculos amostrais que levem em considerações desvios padrões de estudos prévios. Um outro fator a ser observado é a prevalência de falhas de coesivas (falha da cerâmica, cimento), adesivas (falha na interface de união) e mistas (falha da cerâmica ou cimento, mas fica agregado uma parte das partes sobre as superfícies) no estudo, pois se há predominância de falhas mistas e coesivas significa que a interface de união não foi devidamente testada, houve erros na execução do teste, assim os valores de MPa não estão mensurando a resistência de união propriamente dita, assim os espécimes que não apresentam falhas adesivas devem ser excluídos do estudo²⁴. Devido a esta situação estudos que não abordam análise de falha não devem ser uma referência para extrapolar o tratamento de superfície testado para a prática clínica, por isso o cirurgião-dentista deve considerar o uso do teste, a análise e distribuição de falhas nesta seleção.

Quadro 2. Vantagens e Desvantagens dos micro e macro testes de resistência de união

Testes de Resistência de União	Vantagens	Desvantagens
Cisalhamento (Macro Teste) Braga et al. ²³	<ul style="list-style-type: none">- Simplicidade na execução do teste;- Teste mais prevalente;	<ul style="list-style-type: none">- Frequência de falhas coesivas, devido a técnica;- Concentração de tensão na interface adesiva;
Microcisalhamento (Micro Teste) Scherrer et al. ²⁴	<ul style="list-style-type: none">- Favorece a distribuição de tensão;- Frequência de falhas adesivas;	<ul style="list-style-type: none">- Dificuldade de confecção dos espécimes;- Difícil avaliar os resultados devido as grandes perdas e baixos valores de MPa;
Tração (Macro Teste) Scherrer et al. ²⁴	<ul style="list-style-type: none">- Fácil execução e confecção dos espécimes;	<ul style="list-style-type: none">- Pouco utilizado, pois talvez não reproduza os valores reais de Mpa;- Maior variedade nos resultados;
Microtração (Micro Teste) Armstrong et al. ²²	<ul style="list-style-type: none">- Concentração de tensões na interface adesiva;	<ul style="list-style-type: none">- Dificuldade de confecção dos palitos;- Intensidade de trabalho técnico;- Elevada prevalência de falhas pré-teste;- Influência do fator cola que pode interferir na incorreta execução do teste;- Difícil de utilizar este teste com materiais de elevada resistência mecânica (Y-TZP);

Quadro 3. Autor, tratamento de superfície, teste de resistência de união, valor amostral (n) por grupo experimental, envelhecimento e prevalência de falhas do estudo

Autor	Tratamento de Superfície	Valor Amostral (n)	Teste de Resistência de União	Envelhecimento	Prevalência de Falhas
Queiroz et al. ²⁰	Nanofilmes a Plasma	10 Espécimes	Cisalhamento	Ausente	Adesivas
Xie et al. ¹⁴	Primer	18 Espécimes	Cisalhamento	Armazenamento em água 40 dias	Mistas
Román-Rodrigues et al. ¹³	Jateamento de micropartículas de óxido de alumínio revestido por sílica	10 Espécimes	Cisalhamento	Ausente	Adesivas
Figueiredo ³	Nanofilmes a Plasma	10 Espécimes	Cisalhamento	Termociclagem	Adesivas
Vanderlei et al. ¹⁹	Vitrificação	24 Espécimes	Cisalhamento	Termociclagem	Mistas
Kasraei et al. ⁵	Laser	15 Espécimes	Cisalhamento	Termociclagem e Armazenamento em água 6 meses	Adesivas
Martins et al. ¹⁸	Vitrificação	06 Espécimes	Microcisalhamento	Ausente	Adesivas
Dias ¹⁷	Primers	15 Espécimes	Microcisalhamento	Armazenamento em água 12 meses	Ausente
Wandscher et al. ¹⁵	Jateamento com partículas cerâmicas	15 Espécimes	Cisalhamento	Termociclagem	Adesivas
Siwen et al. ⁶	Jateamento de micropartículas de óxido de alumínio	18 Espécimes	Cisalhamento	Ausente	Adesivas

Um outro fator que influencia neste desempenho adesivo são os cimentos resinosos, embora não sejam uma variável em estudo nesta revisão é muito importante neste processo. O tipo de cimento resinoso é um fator que influencia os valores de resistência de união sobre a cerâmica Y-TZP, sendo os cimentos de cura dual com MDP apresentam um desempenho adesivo muito superior aos autoadesivos¹³. Os cimentos à base de fosfato de zinco, os cimentos à base de Bis-GMA e de ionômero de vidro não podem garantir uma adesão estável a longo prazo, porém os cimentos resinosos contendo monômero de fosfato 10-metacriloiloxi-cecil-diidridofosfato (MDP) promove uma melhor adesão e estabilidade do que demais cimentos resinosos⁴.

Aplicabilidade clínica e valores de resistência de união

A ciência busca meios para melhorar o desempenho clínico, neste caso de coroas livres de metal com infra-estrutura em zircônia, a favor da adesão aos cimentos resinosos. Porém muitas destas alternativas apresentadas pela comunidade científica apresentam limitações para aplicação clínica ou limitações momentâneas, até porque se houver a consagração de um tratamento de superfície, em particular, despertará o interesse das empresas em produzir meios para a aplicabilidade em consultório. Por exemplo o uso do plasma é um tratamento que não apresenta ainda consolidações de resultados *in vitro*, e para executar tal tratamento se faz necessário um reator que produza este plasma³. Como também a vitrificação em que o profissional para utilizá-lo deve ter um forno cerâmico, no mais ainda os achados da literatura são inconclusivos. O laser o profissional deve também apresentar o equipamento para realizar o tratamento de superfície.

O uso de primers e agentes de união é uma forma simples, fácil execução e com baixo custo para o profissional, assim um tratamento muito realizado na prática clínica. Assim a associação de primers ao jateamento de micropartículas de óxido de alumínio parece ser a opção viável e efetiva no que se refere a adesão entre cimento resinoso e Y-TZP, principalmente os que possuem na sua constituição MDP^{4,8,16,25,26}.

O jateamento é o tratamento de superfície mais utilizado na adesão da Y-TZP aos cimentos resinosos, pelos valores basilene e após o envelhecimento, ou

seja, apresenta longividade de união e apresenta elevados valores de resistência de união independente do teste utilizado e é facilmente realizado em ambiente clínico²¹. Como também, resultados clínicos confirmam a satisfação da união, promovida pelo jateamento, uma vez que se apresenta como um método simples, rápido, clinicamente executável e técnica pouco sensível²⁵.

Uma limitação em estudar a adesão entre zircônia e cimentos resinosos é o grau de evidência científica, pois todos os estudos revisados são estudos laboratoriais, ou seja, apresentam baixa evidência científica. Como também há diversos protocolos distintos de tratamentos de superfície na literatura somado a variedade de execução de testes de resistência de união dificulta a interpretação dos dados, bem como a eleger um tratamento de superfície para utilizar na clínica diária⁸. Além do que ainda há estudos laboratoriais que não realizam a análise fractográfica e envelhecimento dos espécimes, assim resultados após 24 hs ou baseline não podem extrapolados para clínica diária, se faz necessário observar a durabilidade de união. Assim se faz necessário que tais protocolos de tratamentos sejam testados em estudos clínicos randomizados⁶.

Considerações finais

A silicatização por jateamento com óxido de alumínio revestido por sílica somado ao uso de um primer apresenta-se como o tratamento de superfície mais satisfatório relatado pela literatura, pois o mesmo apresenta durabilidade de união. O teste de resistência de união mais prevalente entre estudos de adesão entre zircônia e cimentos resinosos tem sido o macro teste cisalhamento, pela facilidade de execução e confecção de espécimes.

Author Contributions

Figueiredo VMG: coleta dos dados e escrita do artigo. Menezes JEG: coleta dos dados e escrita do artigo. Barros FA: coleta dos dados e escrita do artigo. Grangeiro MTV: análise dos dados e escrita do artigo. Junior LN: correção do artigo.

Conflitos de interesses

Nenhum conflito financeiro, legal ou político envolvendo terceiros (governo, empresas e fundações privadas, etc.) foi declarado para nenhum aspecto do trabalho submetido (incluindo mas não limitando-se a subvenções e financiamentos, participação em conselho consultivo, desenho de estudo, preparação de manuscrito, análise estatística, etc.).

Referências

1. Thompson JY, Stoner BR, Piascik JR, Smith R. Adhesion/ cementation to zirconia and other non-silicate ceramics: where are we now? *Dent Mater*. 2011;27(1):71-82. doi: [10.1016/j.dental.2010.10.022](https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.022)
2. Bottino MA, Faria R, Valandro LF. Percepção: estética em próteses livres de metal em dentes naturais e Implantes. São Paulo: Artes Médicas; 2009.
3. Figueiredo VMG. Efeito de nanofilmes depositados a plasma na resistência de união de um cimento resinoso a uma cerâmica à base de zircônia [tese de doutorado]. São José dos Campos: Instituto de Ciência e Tecnologia de São José dos Campos, UNESP – Universidade Estadual Paulista; 2014.
4. Gargari M, Gloria F, Napoli E, Pujia AM. Zirconia: cementation of prosthetic restorations. Literature review. *Oral Implantol*. 2010;3(4):25-29.
5. Kasraei S, Rezaei-Soufi L, Yarmohamadi E, Shabani A. Effect of CO2 and Nd: YAG Lasers on Shear Bond Strength of Resin Cement to Zirconia Ceramic. *Journal of dentistry (Tehran)*. 2015;12(9):686-694.
6. Siwen L, Shishi L, Yanhong W, Hongmei M. Effects of different surface modifications on micro-structure and adhesion of zirconia ceramic: an in vitro study. *West China Journal of Stomatology*. 2017;35(1):43-50. doi: [10.7518/hxkq.2017.01.006](https://doi.org/10.7518/hxkq.2017.01.006)
7. Marshall SJ, Bayne SC, Baier R, Tomsia AP, Marshall GW. A review of adhesion science. *Dent Mater*. 2010;26(2):e11-e16. doi: [10.1016/j.dental.2009.11.157](https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.157)
8. Özcan M, Bernasconi M. Adhesion to zirconia used for dental restorations: a systematic review and meta-analysis. *J Adhes Dent*. 2015;17(1):7-26. doi: [10.3290/j.jad.a33525](https://doi.org/10.3290/j.jad.a33525)
9. Özcan M, Nijhuis H, Valandro LF. Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging. *Dent Mater J*. 2008;27(1):99-104.
10. Piascik JR, Swift EJ, Braswell K, Stoner BR. Surface fluorination of zirconia: adhesive bond strength comparison to commercial primers. *Dent Mater*. 2012;28(6):604-8. doi: [10.1016/j.dental.2012.01.008](https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.01.008)
11. Amaral M, Belli R, Cesar PF, Valandro LF, Petschelt A, Lohbauer U. The potential of novel primers and universal adhesives to bond to zirconia. *J Dent*. 2014;42(1):90-8. doi: [10.1016/j.jdent.2013.11.004](https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.11.004)
12. Bottino MA, Bergoli C, Lima EG, Marocho SM, Souza RO, Valandro LF. Bonding of Y-TZP to dentin: effects of Y-TZP surface conditioning, resin cement type, and aging. *Oper Dent*. 2014;39(3):291-300. doi: [10.2341/12-235-L](https://doi.org/10.2341/12-235-L)
13. Román-Rodríguez JL, Fons-Font A, Amigó-Borrás V, Granell-Ruiz M, Busquets-Mataix D, Panadero RA, et al. Bond strength of selected composite resin-cements to zirconium-oxide ceramic. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2013;18(1):e115-23.
14. Xie H, Chen C, Dai W, Chen G, Zhang F. In vitro short-term bonding performance of zirconia treated with hot acid etching and primer conditioning. *Dent Mater J*. 2013;32(6):928-38.
15. Wandscher VF, Fraga S, Pozzobon JL, Soares M, Foletto EL, May LG, et al. Tribochemical Glass Ceramic Coating as a New Approach for Resin Adhesion to Zirconia. *J Adhes Dent*. 2016;18(5):435-440. doi: [10.3290/j.jad.a36892](https://doi.org/10.3290/j.jad.a36892)
16. Silva BTF. Efeito da largura temporal de pulso do Laser de Er: YAG em zircônia pré-sinterizada. [tese de doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2015.
17. Dias TM. Avaliação da resistência de união de cimentos resinosos autoadesivos à zircônia e à dentina= Bond strenght evaluation of self-adhesive resin cements to dentin and zirconia. 2016. 58f [dissertação]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba / Universidade Estadual de Campinas - Unicamp; 2016.
18. Martins ARM, Gotti VB, Shimano MM, Borges GA, Gonçalves LDS. Improving adhesion between luting cement and zirconia-based ceramic with an alternative surface treatment. *Braz Oral Res*. 2015;29(1): 1-7. doi: [10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0054](https://doi.org/10.1590/1807-3107BOR-2015.vol29.0054)
19. Vanderlei A, Bottino MA, Valandro LF. Evaluation of resin bond strength to yttria-stabilized tetragonal zirconia and framework marginal fit: comparison of different surface conditionings. *Oper Dent*. 2014;39(1):50-63. doi: [10.2341/12-269-L](https://doi.org/10.2341/12-269-L)
20. Queiroz JR, Massi M, Nogueira Jr L, Sobrinho AS, Bottino MA, Ozcan M. Silica-based nano-coating on zirconia surfaces using reactive magnetron sputtering: effect on chemical adhesion of resin cements. *J Adhes Dent*. 2013;15(2):151-9. doi: [10.3290/j.jad.a28882](https://doi.org/10.3290/j.jad.a28882)
21. Otani A, Amaral M, May LG, Cesar PF, Valandro LF. A critical evaluation of bond strength tests for the assessment of bonding to Y-TZP. *Dent Mater*. 2015;31(6):648-56. doi: [10.1016/j.dental.2015.03.002](https://doi.org/10.1016/j.dental.2015.03.002)

22. Armstrong S, Geraldeli S, Maia R, Raposo LHA, Soares CJ, Yamagawa J. Adhesion to tooth structure: a critical review of “micro” bond strength test methods. Dent Mater. 2010;26(2):e50-62. doi: [10.1016/j.dental.2009.11.155](https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.155)

23. Braga RR, Meira JB, Boaro LC, Xavier TA. Adhesion to tooth structure: a critical review of “macro” test methods. Dent Mater. 2010;26(2):e38-49. doi: [10.1016/j.dental.2009.11.150](https://doi.org/10.1016/j.dental.2009.11.150)

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

25. Kern M. Bonding to oxide ceramics – laboratory testing versus clinical outcome. Dent Mater. 2015;31(1):8-14. doi: [10.1016/j.dental.2014.06.007](https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.06.007)

26. Tzanakakis EGC, Tzoutzas IG, Koidis PT. Is there a potential for durable adhesion to zirconia restorations? A systematic review. J Prosthet Dent. 2016;115(1):9-19. doi: [10.1016/j.prosdent.2015.09.008](https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.008)