



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

IMPORTÂNCIA DA INCLUSÃO DA MOLÉCULA 10-MDP NOS ADESIVOS E CIMENTOS, NO INCREMENTO DA ADESÃO EM RESTAURAÇÕES DE ZIRCÓNIA

Jorge Luis Pavis Salvador

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo
Integrado)**

Gandra, 18 de maio de 2022

Jorge Luis Povis Salvador

**Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina
Dentária (Ciclo Integrado)**

**IMPORTÂNCIA DA INCLUSÃO DA MOLÉCULA
10-MDP NOS ADESIVOS E CIMENTOS, NO
INCREMENTO DA ADESÃO EM RESTAURAÇÕES
DE ZIRCÓNIA**

Trabalho realizado sob a Orientação de Prof. Doutor Mário Barbosa



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, **Jorge Luis Povis Salvador**, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR

Eu, **Fernando Mário de Almeida Barbosa**, com a categoria profissional de **Professor Auxiliar** do Instituto Universitário de Ciências da Saúde, tendo assumido o papel de Orientador do Relatório Final de Estágio intitulado *“Importância da inclusão da molécula 10-mdp nos adesivos e cimentos, no incremento da adesão de restaurações de zircónia”*, do Aluno do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, **“Jorge Luis Povis Salvador”**, declaro que sou de parecer favorável para que o Relatório Final de Estágio possa ser presente ao Júri para Admissão a provas conducentes à obtenção do Grau de Mestre.

Gandra, 18 de maio de 2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar neste caminho chamado vida, me dando forças e cuidando de mim durante todo esse tempo longe da minha família, sei que ele tem um plano para mim e agora é o início de uma nova etapa na minha vida.

Agradeço aos meus pais por todo o apoio que me deram durante todos esses anos, se preocupando e acreditando em mim. Obrigado por sempre ser compreensivos comigo, por cada conselho dado, por nunca permitir que eu me desviasse do caminho do bem, obrigado por estar sempre para mim e me mostrar que com perseverança e desejo posso alcançar o que desejo. Tudo o que estou conseguindo é graças a vocês, sem vocês nada disso seria possível. Vocês são um exemplo da qualidade de pessoa que quero me tornar um dia.

Agradeço aos meus irmãos que, como meus pais, me apoiam em todos os momentos e confiam em mim, graças ao meu irmão mais velho já que por ele decidi estudar medicina dentária.

Agradeço ao meu orientador por seu apoio durante todas essas semanas e por me dar um pouco de seu tempo e atenção para concluir com sucesso este projeto.

Agradeço a este país e ao seu povo que me recebeu da melhor forma e me tratou bem durante todo o tempo.

RESUMO

A utilização da zircónia na medicina dentária vem aumentando ao longo do tempo devido às suas características como a biocompatibilidade e a estética. É utilizada na confecção de facetas, implantes, coroas, etc. É um material com uma microestrutura policristalina pouco reativa quimicamente. Para conseguir aumentar a capacidade adesiva, são necessários tratamentos de superfície de forma que os agentes adesivos consigam ligações fortes à superfície à Zircónia. As técnicas de condicionamento de superfície da zircónia são o jateamento com óxido de alumínio, triboquímica, laser de Er:YAG e tratamentos químicos como no caso do NaOH.

Os adesivos e cimentos com monômeros de MDP na sua fórmula foram desenvolvidos para aumentar a adesão ao esmalte, dentina e metais mas não é claro que esse aumento de força adesiva seja extensível à zircónia após tratamento de superfície.

O objetivo desta revisão é verificar se os cimentos e adesivos com monômero MDP na sua composição aumentam a adesão à zircónia após o uso de diferentes tipos de condicionamento de superfície.

A pesquisa bibliográfica deste trabalho foi realizada por meio da plataforma PubMed, resultando em um total de 163 artigos, após fazer a seleção dos artigos mais relevantes para este trabalho, chegamos a 7 artigos.

Os autores concluíram que o uso de adesivos e cimentos com monômeros de MDP incorporados na sua fórmula juntamente com técnicas de tratamento de superfície da zircónia, incrementou a adesão de à zircónia.

Palavras-Chave

MDP, adesivo, zircónia, cimento.

ABSTRACT

The use of zirconia in dentistry has increased over time due to its characteristics such as biocompatibility and aesthetics. It is used in the manufacture of veneers, implants, crowns, etc. It is a material with polycrystalline microstructure and very little chemical reaction. In order to be able to increase the adhesive capacity, surface treatments are needed so that the adhesive agents achieve strong bonds to the surface of the Zirconia. Surface conditioning techniques for zirconia are aluminum oxide blasting, tribochemistry, Er:YAG laser and chemical treatments as in the case of sodium hydroxide.

Adhesives and cements with MDP monomers in their formula were developed to increase adhesion to enamel, dentin and metals but it is not clear that this increase in adhesive strength is extensible to zirconia after surface treatment.

The objective of this review is to verify whether cements and adhesives with MDP monomer in their composition increase adhesion to zirconia after the use of different types of surface conditioning.

The bibliographic research of this work was carried out through the PubMed platform, resulting in a total of 163 articles, after selecting the most relevant articles for this work, we reached 7 articles.

The authors concluded that the use of adhesives and cements with MDP monomers incorporated in their formula, together with zirconia surface treatment techniques, increased the adhesion of zirconia.

Key words

MDP, adhesive, zirconia, cement.

ÍNDICE GERAL

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Agradecimentos.....	I
Resumo.....	II
Abstract.....	III
ÍNDICE GERAL.....	IV
Índice de figuras.....	V
Abreviaturas, siglas e acrónimos.....	VI
INTRODUÇÃO.....	1
OBJETIVO.....	3
MATERIAIS E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS.....	5
DISCUSSÃO.....	13
CONCLUSÃO.....	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	20



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Índice de figuras

Figura 1. Fluxograma PRISMA 4

Figura 2. Tabela dos artigos 6

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

MDP: Methacryloyloxydecyl dihydrogen phosphate.

Al₂O₃: Óxido de alumínio.

Er:YAG: Erbium:Yttrium-Aluminum Garnet.

NaOH: Hidróxido de sódio.

OH: Grupo hidroxila.

MTBS: Resistência de união a microtração.

SBS: Resistência ao cisalhamento.

Bis-GMA: Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato.

MPa: Megapascais.

IMPORTÂNCIA DA INCLUSÃO DA MOLÉCULA 10-MDP NOS ADESIVOS E CIMENTOS NO INCREMENTO DA ADESÃO EM RESTAURAÇÕES DE ZIRCÓNIA

1. INTRODUÇÃO

A zircónia, também chamada óxido de zircónio, é um biomaterial que representa uma opção como material restaurador. O seu uso na medicina dentária tem aumentado nos últimos anos na confeção de facetas, implantes, coroas e demais próteses dentárias pela sua capacidade de substituir outros materiais restauradores. É biocompatível, translucido (semelhante ao dente), tem baixa adesão da placa bacteriana e é estético. (1,2)

Para alcançar a estabilidade adesiva adequada os materiais restauradores devem possuir propriedades que favoreçam a adesão. A zircónia possui núcleos de óxido de zircónio com microestrutura policristalina sem matriz vítrea. Pode ser considerada relativamente inerte, o que o torna num material de pouca reatividade, razão pela qual precisa tratamentos prévios em sua superfície e protocolos de cimentação adequados. (1,2,3)

A alteração de superfície visa gerar rugosidade na superfície e aumentar a molhabilidade, favorecendo a união com os cimentos e adesivos. (4)

Várias técnicas são utilizadas para condicionar a superfície da zircónia e assim obter um incremento na força de adesão, como o caso do jateamento com óxido de alumina, triboquímica, tratamento térmico, laser Er:YAG e ativar quimicamente a superfície de zircónia como no caso da silanização. (4,5)

Atualmente, o protocolo de condicionamento com jato de areia com microesferas de óxido de alumínio talvez seja a técnica mais comum para tratamento de superfície da zircónia. (3,4,5,6)

O jateamento com partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3) é um procedimento pelo qual são utilizadas microesferas de Al_2O_3 entre 50 μm e 125 μm , nesse tipo de tratamento, muitos fatores devem ser levados em consideração, como o ângulo de disparo, a pressão

e, principalmente, o tamanho da partícula. O tamanho de partícula mais utilizado para gerar rugosidade na camada superficial de zircónia é de 50 μm , o comprimento e a profundidade erodidos com este método são adequados para permitir que os agentes cimentantes gerem fortes ligações à zircônia. No caso do tratamento triboquímico, são utilizadas partículas de óxido de silício. (2,3)

O tratamento com laser Er:YAG funciona emitindo uma onda de 2,94 μm que é responsável da remoção de partículas por meio de microexplosões e vaporização, processo chamado também ablação. É assim que é gerado o condicionamento da superfície. O tratamento com NaOH serve como ativador de superfície devido aos grupos hidroxila (OH) que apresenta. (5,6,7)

Os métodos mecânicos de tratamento de superfície da zircónia diminuem as propriedades mecânicas da zircónia e geram tensões que podem produzir fraturas ou cracks. (6,7)

Depois que a KurarayTM introduziu o primeiro monômero adesivo de fenil-P fosfato pela primeira vez em 1976. Em 1981 decidiu-se melhorar essa estrutura molecular, formando assim uma molécula com grande capacidade de adesão ao órgão dentário e afinidade por metal, uma molécula mais conhecida como MDP (10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato). Esta molécula mostrou-se eficaz na adesão para esmalte e dentina devido à forte ligação que forma com o cálcio dentário. Com o tempo perceberam que o monômero MDP também se ligava a óxidos metálicos. Posteriormente utilizou-se no primeiro cimento resinoso PANA VIATM (lançado em 1983). A conexão que apresentava o monômero PANA VIATM MDP tinha tal grau que também foi implementado nos adesivos CLEARFILTM. (8,9)

Para potenciar os vários métodos de tratamento de superfície tem sido utilizado adesivos e cimentos com 10MDP na sua fórmula no sentido de aumentar a força de adesão

2. OBJETIVOS

O objetivo desta revisão é verificar se os cimentos e adesivos com monômero MDP na sua composição aumentam a adesão à zircónia após o uso de diferentes tipos de condicionamento de superfície.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização desta revisão sistemática integrativa, fizemos uma busca bibliográfica na plataforma PUBMED em fevereiro de 2022 utilizando as seguintes combinações de palavras-chave: **((mdp) AND (adhesive) AND (zirconia)) OR ((mdp) AND (cement) AND (zirconia))**

Os critérios de inclusão foram: estudos pertencentes ao intervalo do ano “2008 até 2021”, “Clinical Trial”, “Randomized Controlled Trial” com estudos publicados em inglês.

Os critérios de exclusão foram: estudos cuja área de interesse não fosse primariamente o uso de cimentos ou adesivo à base de MDP em conjunto com processos de condicionamento de superfície da zircónia

A pesquisa com as palavras-chave citadas resultou em 163 artigos. Após a aplicação dos critérios de inclusão, restaram 11 artigos. Após a aplicação dos critérios de exclusão, após a leitura do título e resumo dos artigos selecionou-se 7 artigos.

Posteriormente, foram incluídos dois artigos como suporte das referências históricas do MDP (10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato).

O fluxograma de seleção de estudos para nossa revisão é indicado na figura 1.

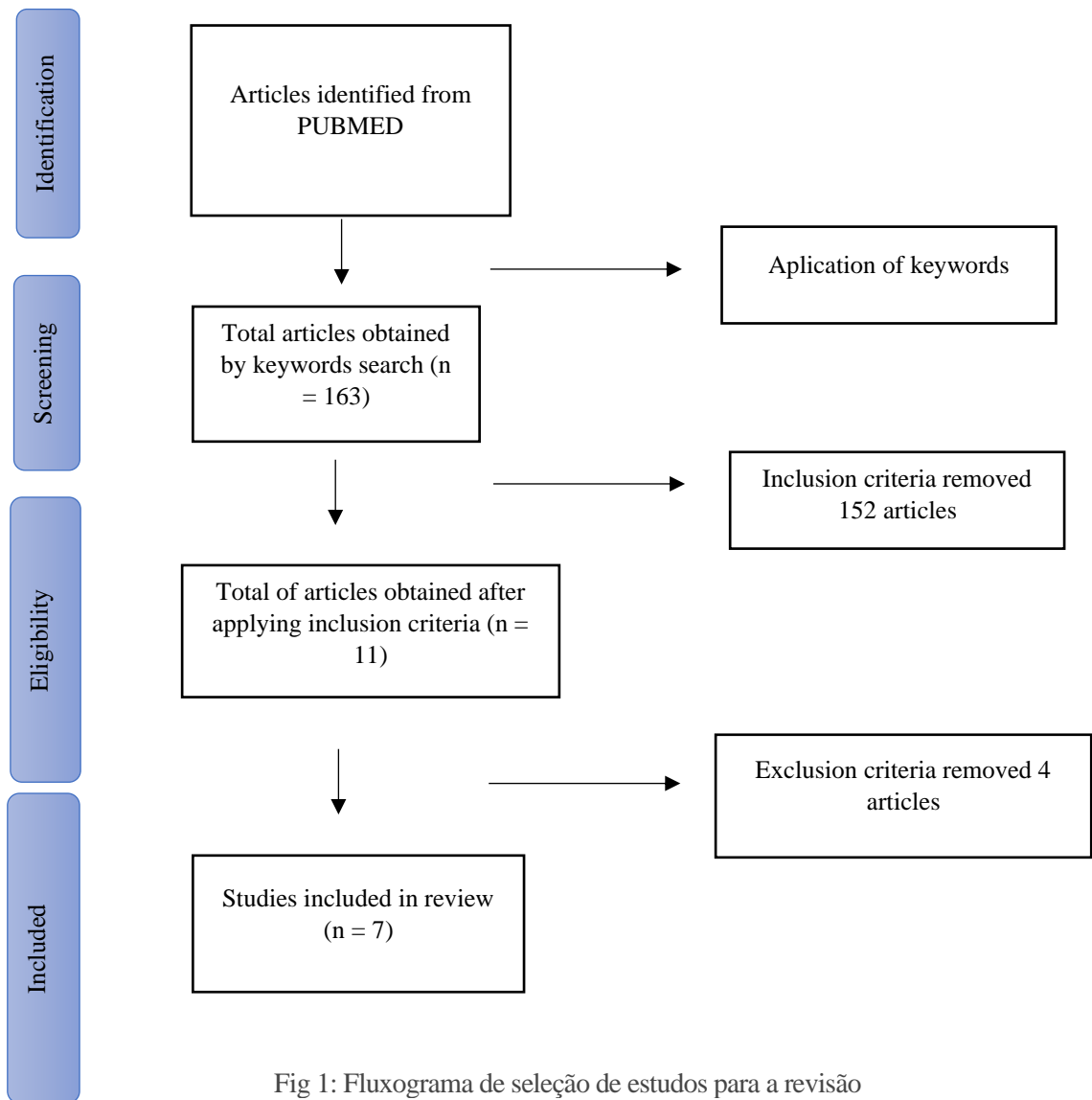


Fig 1: Fluxograma de seleção de estudos para a revisão

4. RESULTADOS

Do total de 163 artigos, foram selecionados 7 tendo em conta os critérios de inclusão e de exclusão.

Desses 7 artigos selecionados, 1(14.28) avalia o efeito do tratamento triboquímico e o recobrimento com sílica, 1(14.28) avalia o efeito das partículas de óxido de alumínio(Al_2O_3) de diferentes tamanhos, 1(14.28) avalia o uso das partículas de óxido de alumínio e o tratamento triboquímico no laboratório, 1(14.28) avalia só o uso do primer metal/zircónia junto ao tratamento térmico, 1(14.28) avalia o uso de laser Er:YAG e partículas de óxido de alumínio, 1(14.28) avalia o uso das partículas de óxido de alumínio, 1(14.28) avalia o uso do NaOH; todos estes tratamentos foram realizados para o condicionamento da superfície da zircónia.

Autor/Ano	Título	Metodologia	Método de tratamento de superfície	Tamanho da amostra	Adesivos e primers	Adesivos e primers com MDP	Objetivos	Resultados
Lin J, Shinya A, Gomi H, Shinya A. 2010	Effect of self-adhesive resin cement and tribochemical treatment on bond strength to zirconia.	Clinical Trial.	Jateamento com partículas de óxido de alumínio Al ₂ O ₃ de 110 µm modificados com sílice (Rocatec Plus, 3M ESPE, EE. UU.) a uma pressão de 0.28MPa a uma distância de 10mm durante 20 seg.	Foram utilizados dois blocos de zircónio, divididos aleatoriamente em três grupos de acordo com os diferentes tratamentos mecânicos e/ou químicos realizados: Grupo 1, sem tratamento de superfície; Grupo 2, foram lixados com Al ₂ O ₃ modificado com sílica; Grupo 3, tratamento triboquímico. As amostras foram então divididas em sete subgrupos (n=10) com base no tipo de cimento.	- Maxcem (Kerr, EE. UU.; MA) - Smartcem (Dentsply-Sank n, Japón; SM) - Rely X Unicem Aplicap (3M ESPE, EE. UU.; UN) - Breeze (Pentron Clinical, EE. UU.; BR) - Biscem (Bisco, EE. UU.; BI) -Set (SDI, Australia; SE) - Clearfil SA luting (Kuraray, Japón; CL).	Clearfil SA luting (Kuraray, Japón; CL).	Avaliar os efeitos do tratamento triboquímico e de diferentes cimentos resinosos na resistência de união na zircónia.	A aplicação do tratamento triboquímico melhorou a resistência de união dos cimentos resinosos autoadesivos utilizados na zircónia, principalmente os cimentos à base de MDP.

Autor/Ano	Título	Metodologia	Método de tratamento de superfície	Tamanho da amostra	Adesivos e primers	Adesivos e primers com MDP	Objetivos	Resultados
Gomes AL, Castillo-Oyagüe R, Lynch CD, Montero J, Albaladejo A. 2013	Influence of sandblasting granulometry and resin cement composition on microtensile bond strength to zirconia ceramic for dental prosthetic frameworks.	Clinical Trial	Jateamento com partículas de óxido de alumínio Al ₂ O ₃ de 25, 50 e 110 µm a 0.25MPa e 10mm de distância.	Foram utilizados 40 cilindros de cerâmica numerados de 1 a 40 e distribuídos aleatoriamente em quatro grupos (n = 10 cada). Grupo 1 (NT): sem tratamento; Grupo 2 (APA-I): abrasão por partículas de Al ₂ O ₃ de 25 mm; Grupo 3 (APA-II): APA com partículas de Al ₂ O ₃ de 50 mm e Grupo 4 (APA-III): APA com partículas de Al ₂ O ₃ de 110 mm, depois cada grupo foi dividido em 2 subgrupos (PAN e BIF), em um subgrupo foi usado cimento a base de MDP e no outro não.	- Dual Panavia F 2.0(Kuraray Medical Ltd.) - Dual Bifix SE (VOCO GmbH, Cuxhafen, Alemanha). - Clearfil Ceramic Primer (Kuraray Medical Ltd., Osaka, Japón)	Dual Panavia F 2.0(Kuraray Medical Ltd.)	Avaliar os efeitos do uso de Al ₂ O ₃ como condicionador de superfície utilizando diferentes tamanhos de partículas em conjunto com cimentos resinosos na resistência de união à microtração da zircónia (MTBS).	O tratamento de superfície em conjunto com o agente de cimentação, favoreceu muito a resistência de união à zircónia. O PAN obteve um resultado superior em relação ao BIF.

Autor/Ano	Título	Metodologia	Método de tratamento de superfície	Tamanho da amostra	Adesivos e primers	Adesivos e primers com MDP	Objetivos	Resultados
Ozcan M, Nijhuis H, Valandro LF. 2008	Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging.	Clinical Trial	Jateamento com partículas de óxido de alumínio Al ₂ O ₃ de 50 µm e tratamento triboquímico no laboratório	Foram utilizados discos de zircónia divididos aleatoriamente em quatro grupos (n=10 por grupo). Grupo 1: Al ₂ O ₃ + primer de liga; Grupo 2: Al ₂ O ₃ + Primer Opaco Cesead II; Grupo 3: Al ₂ O ₃ + Silano-Pen + agente de acoplamento silano; Grupo 4: Revestimento de sílica triboquímica de laboratório (110 µm Al ₂ O ₃ + 110 µm SiO _x) + agente de acoplamento de silano (ESPE-Sil). Posteriormente, todos foram levados à termociclagem.	Panavia F2.0	Panavia F2.0	Avaliar os efeitos de vários métodos de condicionamento de superfície em conjunto com cimentos resinosos à base de MDP na zircónia após termociclagem.	Não foram encontradas diferenças entre os métodos de condicionamento de superfície de laboratório e consultório.

Autor/Ano	Título	Metodologia	Método de tratamento de superfície	Tamanho da amostra	Adesivos e primers	Adesivos e primers com MDP	Objetivos	Resultados
Silva LH, Costa AK, Queiroz JR, Bottino MA, Valandro LF. 2012	Ceramic primer heat-treatment effect on resin cement/Y-TZP bond strength.	Clinical Trial	Tratamento térmico	Foram utilizados 140 blocos de zircónica divididos em 10 grupos de acordo com o método de condicionamento da superfície aplicada e a condição de envelhecimento (n=14). Todos receberam aplicação de primer de metal/zircónia com exceção dos grupos GCd e GCa.	Panavia F	Panavia F	Avaliar os efeitos do tratamento superficial da zircónia usando calor em um primer cerâmico na resistência ao cisalhamento (SBS) de um cimento resinoso à base de MDP.	o tratamento térmico do primer melhorou a resistência da união do cimento à base de MDP com a zircónia mas não promoveu ligação estável sob condições de envelhecimento

Autor/Ano	Título	Metodologia	Método de tratamento de superfície	Tamanho da amostra	Adesivos e primers	Adesivos e primers com MDP	Objetivos	Resultados
Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. 2009	Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments.	Clinical Trial	Jateamento com partículas de óxido de alumínio Al ₂ O ₃ e laser Er:YAG	Um total de 240 placas de zircónia foram divididas aleatoriamente em 24 grupos (n=10) de acordo com a combinação de tratamento de superfície, tipo de primer e tipo de cimento resinoso.	- Alloy Primer Metal - Primer II - Metaltite - Panavia F2.0 Calibra	- Alloy Primer - Panavia F2.0	Avaliar o efeito de primers e métodos de tratamento de superfície na resistência de união dos cimentos à zircónia.	Os tratamentos de superfície e a aplicação de primers influenciaram significativamente na resistência de união à zircónia, os cimentos resinosos à base de MDP e Bis-GMA apresentaram maior aumento na resistência de união.

Autor/Ano	Título	Metodologia	Método de tratamento de superfície	Tamanho da amostra	Adesivos e primers	Adesivos e primers com MDP	Objetivos	Resultados
Blatz MB, Phark JH, Ozer F, Mante FK, Saleh N, Bergler M, Sadan A. 2010	In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. Clin Oral Investig.	Clinical Trial	Jateamento com partículas de óxido de alumínio Al ₂ O ₃ de 50 µm com uma pressão de 2.8 bar durante 12 seg a uma distância de 10mm	Foram utilizadas 120 amostras de Zircónio, 60 foram tratadas com Al ₂ O ₃ e as outras 60 não, ao final todas foram termocicladas para realização do teste.	- BisCem (BC) - Maxcem (MC) - G-Cem (GC) RelyX Unicem - Clicker (RUC) RelyX Unicem - Applicap (RUA) - Cement Clearfil SA (CSA).	- Cement Clearfil SA (CSA).	Comparar a resistência ao cisalhamento de seis cimentos resinosos autoadesivos após abrasão da superfície de zircónia com partículas de Al ₂ O ₃ .	Os cimentos resinosos autoadesivos apresentaram aumento da resistência de união por abrasão por partículas de Al ₂ O ₃ , além disso, os cimentos à base de MDP/4-META foram superiores aos demais.

Autor/Ano	Título	Metodologia	Método de tratamento de superfície	Tamanho da amostra	Adesivos e primers	Adesivos e primers com MDP	Objetivos	Resultados
Lorenzoni FC, Leme VP, Santos LA, de Oliveira PC, Martins LM, Bonfante G. 2012	Evaluation of chemical treatment on zirconia surface with two primer agents and an alkaline solution on bond strength.	Clinical Trial	Solução de NaOH	Foram utilizadas 60 amostras de zircónia em formato quadrado, que posteriormente foram divididas em 6 grupos (n=10) de acordo com o tratamento de superfície: CR, NaOH, AP, ZP, NaOH-AP e NaOH-ZP.	- Alloy Primer - Z-Primer Plus - Rely X U100	Alloy Primer	Avaliar o efeito do NaOH e de dois primers, uma a base de MDP, na resistência de união à zircónia através do teste de resistência de união (SBS)	O SBS foi bastante afetado pelo tratamento químico com NaOH, pois modificou sua superfície, além disso, o uso do primer à base de MDP melhorou a resistência de união entre o zircónio e a resina de cimentação.

5. DISCUSSÃO

O óxido de zircônio é um material com boas características mecânicas e estéticas, mas favorece pouco a adesão e por isso necessita de recorrer a técnicas de condicionamento na sua superfície. Várias técnicas têm sido sugeridas para gerar retenção micromecânica e aumentar a adesão dos agentes de cimentação. Foram realizados testes de adesão não só em superfícies de zircónia tratadas como superfícies não tratadas para verificar a eficácia que os adesivos à base de MDP. (1)

Lin J *et al* (2010) realizaram o protocolo de condicionamento de superfície em três grupos, o primeiro com tratamento triboquímico, o segundo com recobrimento de sílica e outro grupo sem tratamento de superfície, depois dos estudos os resultados mostraram um aumento significativo na resistência de união dos cimentos autoadesivos com 10-MDP (CL) ao contrário das amostras que não tiveram 10-MDP no primeiro e segundo grupo; isso significa que o potencial adesivo do 10-MDP à zircónia pode depender das partículas de óxido de zircônio presente na superfície cerâmica. No caso do grupo em que foi realizado o tratamento triboquímico o cimento com MDP também apresentou aumento da adesão, mas não foi o esperado pelo estudo, o que pode nos levar a pensar que uma maior quantidade de MDP poderia ter afetado negativamente a resistência mecânica do cimento e não deu os resultados esperados. (1)

Ao realizar o tratamento superficial com partículas de Al_2O_3 de diferentes tamanhos, a abrasão produziu micro-retenções que favoreceram a fácil penetração do primer e o uso do cimento à base de 10-MDP, isso poderia explicar porque não foram obtidas falhas. Portanto, o uso de cimento contendo 10-MDP reduz o risco de desprendimento espontâneo. Independente do tamanho das partículas de Al_2O_3 , o 10-MDP junto com o primer cria um ambiente ácido que provavelmente favorece a ligação química, pois aumenta a molhabilidade da superfície. (2)

Gomes AL *et al* (2013), encontraram em testes realizados na superfície de zircónia com Al₂O₃ uma tendência de correlação positiva entre o tamanho de partícula de Al₂O₃ e MTBS(resistência de união à microtração) na interface cimento/zircónio quando utilizaram jateado e o cimento com MDP juntos. Portanto, para cada micron de aumento no tamanho de partícula de Al₂O₃, a força de ligação aumentou entre 0,024 e 0,052 MPa (95% CI). A combinação do tratamento de abrasão a ar (Al₂O₃) com cimentos autoadesivos dá bons resultados, porém, quando também se utiliza primers à base de MDP, tem sido demonstrada uma melhora significativa na durabilidade das forças de adesão à zircónia. (2)

Os materiais à base de resina não apresentam uma resistência de união estável e duradoura às cerâmicas resistentes aos ácidos, principalmente a zircónia, por isso foram procuradas novas formas de condicionamento de superfície. De acordo com estudos anteriores, sabe-se que as cerâmicas de alta resistência são materiais compactos e difíceis de jatear, razão pela qual a abrasão por partículas de Al₂O₃ de pequeno tamanho deve ser considerada devido à possível perda de material que pode ser gerada pelo tratamento com partículas de maior tamanho, principalmente nas margens das restaurações pois podem se formar sulcos entre o cimento resinoso e a superfície de zircónia. (3)

Ozcan M *et al* (2008) utilizaram tratamentos de superfície como abrasão com diferentes tamanhos de partículas de Al₂O₃ e tratamento triboquímico, ambos em conjunto com primers à base de MDP. Após o tratamento de superfície foi utilizado o cimento Panavia™ F2.0 ao final do estudo, verificou-se que não houve diferenças significativas na resistência de união ao cisalhamento, o que nos faria pensar que os materiais à base de MDP desempenham um papel muito importante de forma independente do tipo de tratamento de superfície utilizado. (3)

Procura-se afinidade química aos metais como no caso da zircónia para estabelecer uma adesão estável nos adesivos e cimentos com monômeros de MDP testados juntamente com os tratamentos de superfície. O tratamento com jacto de Al₂O₃ pode proporcionar estabilidade nas ligações cimento/zircónia mas depende do sistema de cimentação. Isto significa que se o adesivo não tiver os monómeros adequados não formará ligações duradouras. (2,5)

A eficácia dos primers está associada ao aumento da rugosidade superficial da zircônia, isso promove uma melhor retenção micromecânica, pois, tendo maior rugosidade, aumenta a superfície de contato entre a cerâmica e o agente adesivo. Pesquisadores tentam melhorar a resistência de união, pois não há consenso sobre qual tratamento é melhor aplicar na superfície de zircônia, porém, todos buscam maximizar sua aplicação clínica e contribuir na prevenção da infiltração marginal e na adequada adesão. (4)

Silva LH *et al* (2012) usaram diferentes estratégias de tratamento térmico para um primer de metal/zircônia na resistência ao cisalhamento de um cimento resinoso à base de MDP à zircônia, resultando em uma melhora na resistência de união, foi possível observar que a força de adesão aumentou junto com o aumento da temperatura, porém, ao atingir a temperatura de 80 graus celsius, começou a diminuir, isso pode ser devido a que o primer utilizado neste estudo possui 70% álcool em sua composição e seu ponto de ebulição é próximo a 80 graus celsius causando falhas nas suas propriedades. Apesar do uso do primer antes da aplicação do cimento resinoso tenha causado uma melhor adesão inicial, ao realizar a segunda etapa do estudo, que foi o envelhecimento, não foi observada adesão química entre PanaviaTM (com MDP incorporado) e a zircônia, sendo necessários novos estudos para uma melhor compreensão da resistência de união após o envelhecimento. (4)

Há evidências de que com o uso de materiais com maior afinidade química aos óxidos metálicos, pode-se obter uma melhor aderência às cerâmicas de zircônia. Os monômeros de éster de fosfato estão presentes tanto em cimentos resinosos quanto em sistemas adesivos à base de MDP. Clinicamente existem interfaces entre a cerâmica e o adesivo, e o adesivo com a estrutura dentária, portanto, um estudo dessas três partes deve ser realizado para obter melhores resultados. (5)

Cavalcanti NA *et al* (2009) utilizaram no seu estudo não só a zircônia e o sistema adesivo à base de MDP, também utilizaram fragmentos de dentina para uma melhor simulação do trabalho clínico. Propuseram irradiar a superfície de zircônia com laser de Er:YAG como método de condicionamento utilizando a menor potência refrigerada a água para não danificar a zircônia já que as propriedades mecânicas da zircônia são afetadas negativamente pela mudança de temperatura, mas os resultados não foram satisfatórios na melhora da resistência

de união como no caso da abrasão por partículas de Al_2O_3 . As imagens sugerem que a técnica com Al_2O_3 parece ser mais eficiente em modificar a superfície da zircónia em comparação com o laser de Er:YAG. Essa conclusão pode ser devido à relação direta com os resultados de resistência de união que os cimentos resinosos apresentaram, os quais produziram maiores resistências de união após a abrasão com ar já que formaram uma maior área superficial que favoreceu a molhabilidade. O cimento resinoso à base de MDP juntamente com o uso das partículas de Al_2O_3 apresenta interação estatisticamente significativa. (5)

Atualmente as evidências suportam que o uso de primers modificados e os agentes de cimentação, compostos por monômeros adesivos especiais como o MDP geram ligações químicas aos óxidos metálicos, conclusão que pode ser aplicada para materiais cerâmicos de alta resistência como a zircónia. A abrasão por partículas transportadas pelo ar em conjunto com um primer à base de MDP seguida pela colocação de agentes de cimentação resinosos à base de MDP é conhecida por fornecer fortes ligações à zircónia. (6)

Blatz MB *et al* (2010) apresentaram como hipótese nula que diferentes cimentos resinosos autoadesivos gerariam forças de adesão semelhantes quando usados em conjunto com técnica abrasiva por partículas de Al_2O_3 na zircónia. As evidências científicas das propriedades adesivas de vários cimentos resinosos autoadesivos em geral são escassas, no entanto, após o teste de resistência ao cisalhamento para os grupos de teste, concluíram que a resistência de união dos cimentos resinosos autoadesivos com MDP sua composição aumenta ao contrário dos outros grupos em que foram utilizados cimentos sem MDP. O 10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato (MDP) pode ser considerado um importante componente nos agentes de cimentação devido às suas propriedades químicas. (6)

Muitos esforços foram feitos para se obter um protocolo que não precise de *hardware* específico e que mecânica ou quimicamente pudesse alterar a superfície da zircónia. Uma alternativa de condicionamento químico testado foi o uso de NaOH. Um estudo realizado em implantes de zircónia obteve como resultado uma maior disponibilidade de grupos hidroxila na sua superfície ao utilizar uma solução de hidróxido de sódio NaOH 15M. A disponibilidade de grupos (-OH) parece favorecer interações com os agentes de cimentação e adesivos à base de MDP. (7)

Um estudo *in vitro* foi realizado para avaliar a resistência de união dos cimentos ao zircônio com utilização de agentes químicos como tratamento de superfície. Uma solução de NaOH 0,5M foi usada juntamente com um primer à base de MDP (Alloy Primer) e outro sem MDP (Z- PrimerTM Plus). Os resultados mostraram que o tratamento de superfície não aumentou estatisticamente a resistência de união ao cisalhamento quando se combinou com os dois primers, mas melhorou a resistência de união em relação ao grupo controle (sem tratamento). Especulou-se que este resultado pode ser devido a dois motivos, primeiro, por que houve uma ativação da superfície da zircônia devido ao aumento do grupo hidroxila (OH) após a adição da solução de NaOH 0,5M e segundo, a energia superficial da zircônia poderá ter aumentado, favorecendo assim a ligação entre os óxidos metálicos e os monômeros funcionais presentes tanto nos primers quanto no cimento resinoso. Ao comparar o uso do primer à base de MDP sozinho com o uso de NaOH 0,5M combinado com o primer à base de MDP (10-metacriloxidecil dihidrogenofosfato), obtivemos resultados estatisticamente semelhantes, o que nos faz pensar que as propriedades do Alloy Primer sozinhas são elevadas e que o condicionamento da superfície com NaOH não alterou muito a função do Alloy Primer.(7)

Todas as técnicas de condicionamento de superfície devem ser acompanhadas de adesivos adequados para obter uma boa adesão. Adesivos que possuem 10-metacriloxidecil dihidrogenofosfato (10-MDP) em sua composição são os mais utilizados, pois possuem afinidade especial com óxidos metálicos como no caso do óxido de zircônia. (5,6)

Muitos estudos mostram que os cimentos à base de monômeros de MDP têm afinidade por óxidos metálicos como o zircônio já que o MDP é um monômero relativamente hidrofóbico devido à sua cadeia carbônica e também contém um terminal fosfato hidrofílico. (3,6,7)

Nem todos os tratamentos de superfície mesmo com o uso concomitante de cimentos e adesivos à base de MDP representam uma mais-valia uma vez que o que eventualmente ganham em aumento da adesividade perdem em aumento da fragilidade estrutural da zircônia. Alguns dos condicionamentos podem provocar desgaste excessivo da estrutura

crystalina e o tratamento pode falhar após um curto período de tempo devido à formação de fissuras. (4,5,6,7)

6. CONCLUSÃO

Os cimentos e adesivos com 10-MDP incorporados na sua fórmula quando são usados sem condicionamento de superfície não favorecem significativamente a força de adesão na superfície de zircónia pela baixa reatividade que têm o material.

Quando combinados, cimentos e adesivos com 10-MDP com diferentes protocolos de condicionamentos de superfície:

- 1) O jateamento com partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3) destacou-se como o que mais aumenta a força adesiva com cimentos ou adesivos incorporados com 10-MDP.
- 2) O tratamento triboquímico melhorou a força de união dos cimentos com 10-MDP, mas menos que a técnica utilizada no ponto 1).
- 3) O condicionamento por laser Er:YAG em conjunto com cimentos resinosos com 10-MDP não melhorou a resistência de união.
- 4) A utilização de NaOH não apresentou aumento estatístico significativo no SBS quando combinado com *primer* com 10-MDP na sua fórmula.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lin J, Shinya A, Gomi H, Shinya A. Effect of self-adhesive resin cement and tribochemical treatment on bond strength to zirconia. *Int J Oral Sci.* 2010 Mar;2(1):28-34.
2. Gomes AL, Castillo-Oyagüe R, Lynch CD, Montero J, Albaladejo A. Influence of sandblasting granulometry and resin cement composition on microtensile bond strength to zirconia ceramic for dental prosthetic frameworks. *J Dent.* 2013 Jan;41(1):31-41.
3. Ozcan 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 Jan;27(1):99-104.
4. Silva LH, Costa AK, Queiroz JR, Bottino MA, Valandro LF. Ceramic primer heat-treatment effect on resin cement/Y-TZP bond strength. *Oper Dent.* 2012 Nov-Dec;37(6):634-40.
5. Cavalcanti AN, Foxton RM, Watson TF, Oliveira MT, Giannini M, Marchi GM. Bond strength of resin cements to a zirconia ceramic with different surface treatments. *Oper Dent.* 2009 May-Jun;34(3):280-7.
6. Blatz MB, Phark JH, Ozer F, Mante FK, Saleh N, Bergler M, Sadan A. In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. *Clin Oral Investig.* 2010 Apr;14(2):187-92.
7. Lorenzoni FC, Leme VP, Santos LA, de Oliveira PC, Martins LM, Bonfante G. Evaluation of chemical treatment on zirconia surface with two primer agents and an alkaline solution on bond strength. *Oper Dent.* 2012 Nov-Dec;37(6):625-33.

8. Go EJ, Shin Y, Park JW. Evaluation of the Microshear Bond Strength of MDP-containing and Non-MDP-containing Self-adhesive Resin Cement on Zirconia Restoration. *Oper Dent*. 2019 Jul/Aug;44(4):379-385.

9. Kuraray Dental. MDP Monomer [Internet]. [cited 2022 April 1].
Available from:
<https://kuraraydental.com/clearfil/key-technologies/mdp-monomer/>