

ALESSANDRA SATAKE

**INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DAS
CERÂMICAS EM ZIRCÔNIA NA FORÇA DE UNIÃO.**

CAMPO GRANDE

2012

ALESSANDRA SATAKE

**INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DAS
CERÂMICAS EM ZIRCÔNIA NA FORÇA DE UNIÃO.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre

Orientador: Prof. Dr. José Luiz Guimarães de Figueiredo

CAMPO GRANDE

2012

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALESSANDRA SATAKE

**INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS DE SUPERFÍCIE DAS CERÂMICAS EM
ZIRCÔNIA NA FORÇA DE UNIÃO.**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Mestre

Resultado_____

Campo Grande (MS), _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Luiz Guimarães de Figueiredo

Instituição_____

Prof. Dr. Paulo Zárate Pereira

Instituição_____

Prof. Dr. Túlio Marcos Kalife Coelho

Instituição_____

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à Deus... força única de amor e perfeição, e aos meus guias protetores por mais esta oportunidade de crescimento.

Dedico também aos meus queridos pais, que sempre me incentivaram aos estudos e me forneceram essa maravilhosa herança... a educação! Aos meus irmãos e ao meu noivo Alex, pela companhia e compreensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. José Luiz por acreditar em minha capacidade e me dar a oportunidade de cursar o programa.

Agradeço aos professores Prof. Dr. Albert, Alessandro, Margareth, Alan e Luiz pela ajuda na elaboração do trabalho.

Agradeço ao meu querido e presente amigo Léo!!! Um irmão de coração que quero sempre ao meu lado!

Agradeço a minha secretária Kesley pela compreensão e dedicação nos momentos de “tensão” ... rs.

*“A amizade desenvolve a felicidade e reduz o sofrimento,
duplicando a nossa alegria e dividindo nossa dor.”*

Joseph Addison

EPÍGRAFE

A Pedra

"O distraído nela tropeçou...
O bruto a usou como projétil.
O empreendedor, usando-a, construiu.
O camponês, cansado da lida, dela fez assento.
Para meninos, foi brinquedo.
Drummond a poetizou.
Já, David matou Golias, e Michelangelo extraiu-lhe a mais bela escultura...
E em todos esses casos, a diferença não esteve na pedra, mas no Homem!
Não existe 'pedra' no seu caminho que você não possa aproveitá-la para o seu próprio crescimento."

Autor: Fenelon Portilho

RESUMO

Satake A. Influência dos tratamentos de superfície das cerâmicas em zircônia na força de união. Campo Grande; 2012. [Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Este trabalho teve como objetivo analisar as evidências científicas atuais sobre os métodos de tratamento de superfície da zircônia mais indicados para uma melhor adesão aos cimentos resinosos, de acordo com a literatura científica, entre o período de janeiro de 2007 a fevereiro de 2012. Infraestruturas de zircônia ganharam destaque entre os materiais de prótese fixa devido as suas propriedades físicas, biológicas e estéticas. Contudo, o processo de união dessa estrutura aos cimentos odontológicos ainda é motivo de questionamentos. As cerâmicas em zircônia se caracterizam por apresentar uma superfície extremamente dura e não possuir sílica em sua composição, impossibilitando o emprego do tratamento padrão utilizado para as cerâmicas feldspáticas (ácido fluorídrico e silano). Por este motivo, vários tipos de tratamento de superfície vêm sendo investigados na tentativa de melhorar a interface de união cimento/zircônia. As bases de dados utilizadas foram: Medline, Pubmed e Web of Science após o levantamento bibliográfico foram encontrados 3237 estudos, destes apenas 376 eram sobre o tema da pesquisa, nenhum estudo clínico foi encontrado somente estudos *in vitro*. Foram aplicados os testes de relevância, restando 21 artigos para a análise final. Após extração dos dados observou-se que os melhores resultados foram encontrados na associação do jateamento ou revestimento de sílica com *primers* metálicos ou silanos. Não foi possível realizar uma análise quantitativa devido à heterogeneidade dos estudos em relação ao tipo de tratamento, cimento utilizado, tipo de envelhecimento, teste mecânico, forma de aplicação do teste de termociclagem, forma de armazenamento, dentre outros. É necessário o estabelecimento de normas internacionais para realização de pesquisas científicas.

Palavras-chave: cerâmica Y-TZP, cimento resinoso, tratamento de superfície, resistência de união, *primers* metálicos

ABSTRACT

This study aims to examine current scientific evidences about the methods of surface treatment of zirconia most suitable for better adhesion to resin cements according to the scientific literature, between the periods January 2007 to February 2012. Infrastructure of zirconia gained prominence among the fixed prosthesis because of its physical, biological and aesthetic properties. However, the process of union of this structure to dental cements is still a question. The zirconia ceramics are characterized by their extremely hard surfaces and have no silica in the composition, preventing use of the same type of treatment of feldspathic ceramics (hydrofluoric acid and silane). Several types of surface treatment are being investigated in an attempt to improve the cement/zirconia bonding interface. The databases used were Medline, Pubmed and Web of Science. After the literature were applied inclusion and exclusion criteria, remaining 21 articles for final analysis. After the extraction of the data collected, it was observed that the best results were found in association with air abrasion or silica coating and metal primers, or silanes. It was unable to perform a quantitative analysis due to heterogeneity of the studies regarding the type of treatment, cement used, type of aging, mechanical testing, method of applying the thermal cycling test, the storage form, among others. It is necessary to establish international standards for conducting scientific research.

Keywords: Y-TZP ceramics, resin cement, surface treatment, bond strength, primers metallic

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Fluxograma da seleção dos estudos.....	43
FIGURA 2 - Quantidade de artigos de cada periódico e classificação Qualis....	44
FIGURA 3 - Gráfico dos estudos incluídos	45
FIGURA 4 - Nacionalidade dos estudos incluídos.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Al ₂ O ₃	Óxido de alumínio
HCl	Ácido clorídrico
HF	Ácido fluorídrico
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MDP	Monômeros fosfatados
Y-TZP	Zircônia tetragonal estabilizada por ítrio
TC	Termociclagem
Tab.	Tabela
Fig.	Figura
SIE	Selective infiltration etching - técnica de condicionamento e infiltração seletiva
CAD-CAM	Computer Aided Design/Computed Aided Manufactured, Projeto Assistido por computador/Fabricação Assistida por Computador Sistema computadorizado de produção cerâmica
ZrO ₂	Óxido de zircônio
Y ₂ O ₃	Óxido de ítrio
Nd: YAG	Laser de neodímio dopado com granada de ítrio e alumínio
Er: YAG	Laser de érbio dopado com granada de ítrio e alumínio
CO ₂	Laser dióxido de carbono
VBATDT	6-(N-(4-vinylbenzyl)propylamino)-1,3,5-triazine-2,4-dithione
CoCr	Cromo cobalto
Fe ₂ Cl ₃	Cloreto de férrico
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
SC	Silicatização
CS	Cisalhamento
MT	Microtração
Laser	<i>Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation</i>
3-MPS	<i>3-methacryloyloxypropyltrimethoxysilane</i>
3-MPTS	<i>3-mercaptopropyltrimethoxysilane</i>
3-AOPTMS	<i>3- acryloxypropyltrimethoxysilane</i>
3-GOPS	<i>3-glycidoxypropyltrimethoxysilane</i>
MPS/4-META	<i>3-trimethoxysilylpropylmethacrylate/4-methacryloyloxyethyltrimellitate anidro metil metacrilato</i>
3-TMSPM	<i>3-trimethoxysilylpropylmethacrylate</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

μm	Unidade de comprimento (micrômetro)
$^{\circ}\text{C}$	Unidade de temperatura (graus Celsius)
mm	Unidade de comprimento (milímetro)
mm^2	Unidade de área (milímetro quadrado)
mm/min	Unidade de velocidade (milímetro por minuto)
h	Horas
min	Minutos
s	Segundos
MPa	Unidade de resistência geral – força/área (Mega Pascal)
N	Unidade de força – carga aplicada (Newton)
n	Número de amostras
Kgf	Unidade de força – carga aplicada (quilograma força)
%	Porcentagem
$\pm$	Mais ou menos
bar	Unidade de medida de pressão (bar)
nm	Unidade de medida de comprimento (nanômetro)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Zircônia.....	17
2.2 Tratamento de superfície.....	19
3 OBJETIVOS.....	37
4 METODOLOGIA.....	39
5 RESULTADOS.....	42
6 DISCUSSÃO.....	48
7 CONCLUSÕES.....	55
REFERÊNCIAS.....	57
APÊNDICES.....	64

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

A palavra cerâmica deriva do grego *keramos* (argila), as primeiras evidências do uso das cerâmicas pelo homem datam há mais de 13mil anos no Egito. No século XVIII as cerâmicas começaram a ser usadas na odontologia para confecção de dentes individuais e próteses totais. Desde então, novos materiais surgiram no mercado com a intenção de substituir infraestruturas de metal (NOBREGA, 2009). O sistema metalocerâmico tem sido utilizado na odontologia por mais de 40 anos, tanto para coroas unitárias quanto para pontes fixas. No entanto, a estética pode ser comprometida, pois há possibilidade do tecido gengival cervical tornar-se escuro ou até mesmo a exposição metálica - recessão gengival. Estes fatores têm impulsionado o desenvolvimento de coroas totalmente cerâmicas (*metal free* – alumina e zircônia) com ótimas propriedades de biocompatibilidade e estética. A crescente busca por tratamentos estéticos e modos de vida saudável demanda o desenvolvimento de materiais odontológicos com características cada vez mais semelhantes aos dentes naturais (KELLY; DENRY, 2008).

A cerâmica odontológica é composta de metais (alumínio, cálcio, lítio, magnésio, potássio, sódio, estanho, titânio e zircônio) e não metais (silício, boro, flúor e oxigênio). Apresentam excelentes propriedades estéticas, grande lisura superficial, translucidez, fluorescência, estabilidade de cor, forma e biocompatibilidade. Tem como desvantagens a friabilidade e grande desgaste do dente antagonista. Pode ser classificada quanto ao tipo, ponto de fusão e composição. A classificação mais usada baseia-se na composição e fabricação, sendo divididas em feldspáticas, aluminizadas, aluminizadas reforçadas por vidro e vidros ceramizados (CAVALCANTI, 2008; NOBREGA, 2009; KELLY; DENRY, 2008).

O zircônio, do francês *zircon* que significa zircão (pedra preciosa natural), é um metal branco acinzentado brilhante muito resistente à corrosão. As cerâmicas odontológicas em zircônia possuem um mecanismo de transformação de fases que aumenta sua dureza em relação às demais cerâmicas, por meio deste fenômeno, a zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (Y-TZP) atinge resistência à flexão de 900-1200 MPa. Devido a essa característica o uso da zircônia foi ampliado, sendo utilizada também para próteses parciais fixas de 3 a 4 elementos em qualquer área da boca anteriores ou posteriores (CAVALCANTI, 2008; OZCAN *et al.*, 2008a; AKYIL *et al.*, 2010; MOON *et al.*, 2011; OZCAN *et al.*, 2011). A desvantagem deste material é a degradação por envelhecimento a baixas temperaturas e

degradação em ambientes aquosos - vapor d'água, umidade e presença de fluídos (MIRMOHAMMADI *et al.*, 2010; NAKAMURA *et al.*, 2011). Por este motivo, o procedimento de cimentação é tão importante para a longevidade da união zircônia/dente. O cimento deve impedir que a superfície da zircônia entre em contato com a umidade dos fluídos dentinário e do meio bucal (MARTINS *et al.*, 2010).

Cerâmicas a base de zircônia possuem diversos usos, tanto na medicina (confeção de próteses ortopédicas) como na Odontologia (pinos intraconduto, peças para implantes, infraestrutura para próteses unitárias e com mais de um elemento). A adesão desses materiais aos cimentos resinosos é mais difícil se comparada com as cerâmicas feldspáticas que apresentam maior teor de fase vítrea. Nessas cerâmicas o uso de ácido hidrofluorídrico e aplicação de silano se mostraram tradicionalmente eficaz. No entanto, para a zircônia, este método não garante adesão satisfatória em função de seu alto teor cristalino e ausência ou limitada presença de vidro. Apesar da cimentação de restaurações de zircônia com cimentos tradicionais (fosfato de zinco ou cimentos ionoméricos modificados) garantir adequada fixação clínica, a cimentação adesiva é preferível por assegurar maior retenção e adaptação marginal, garantindo maior resistência à fratura e menor microinfiltração (SENYILMAZ *et al.*, 2007; AMARAL *et al.*, 2008; OYAGUE *et al.*, 2009; AKYIL *et al.*, 2010; YUN *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2010). A obtenção de adesão confiável às cerâmicas, requer tratamentos de superfície baseados em retenção física (por meio de jateamento com pó de óxido de alumínio com diferentes tamanhos de partículas e o uso laser) e ligação química cerâmica/substrato através de silanos e/ou *primers*. Outra opção é a silicatização - consiste no jateamento da superfície cerâmica com pó de óxido de alumínio coberto por sílica (RocatecTM e CojetTM – 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) (OZCAN *et al.*, 2008b; AMARAL *et al.*, 2008; PASSOS *et al.*, 2010; KULUNK *et al.*, 2011; MONACO *et al.*, 2011).

Atualmente encontramos no mercado uma gama de cimentos resinosos com diferentes composições e indicações. Podem ser classificados quanto ao modo de ativação (quimicamente ativados, foto ativados e duais) e sistema de adesão (autoadesivos e adesivos tradicionais). Alguns destes cimentos não são compatíveis com determinados tipos de tratamentos de superfície das cerâmicas, diminuindo a resistência adesiva e aumentando as chances de infiltração. Deve existir uma correta associação entre o tratamento de superfície e o tipo de cimento resinoso (KIM *et al.*, 2011).

Devido a grande variedade de métodos de tratamento e tipos de cimentos, faz-se necessário identificar as evidências que possam fundamentar a utilização de uma técnica confiável para a cimentação. Pois, até o momento não existe um consenso sobre o melhor método de tratamento de superfície para alcançar uma boa união dos cimentos resinosos à zircônia (MARTINS *et al.*, 2010).

Primeiramente foi realizado um levantamento bibliográfico para verificação da necessidade de um estudo sobre referido tema. Após análise dos estudos, observou-se a variedade de tratamentos de superfície, de agentes cimentantes e valores de adesão. Optou-se então por um estudo de revisão sistemática e posterior avaliação da viabilidade de realização ou não do cálculo estatístico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Zircônia

Zircônio é o nome dado para o composto dióxido de zircônio (ZrO_2), é um material polimórfico, assim, pode apresentar uma estrutura cristalina dependendo das condições de temperatura e de pressão. A temperatura ambiente é puro e monoclinico, sendo esta fase estável até 1170°C , a temperaturas mais altas se transforma em tetragonal, e depois em uma fase cúbica a 2370°C . Devido as propriedades mecânicas superiores da cerâmica Y-TZP, estes materiais têm uma vasta gama de aplicações clínicas: pilares para implantes, próteses unitárias ou com mais de um elemento, pino intra conduto. Embora a zircônia Y-TZP seja usada na medicina desde os anos sessenta, sua utilização na Odontologia é relativamente recente. A zircônia apresenta boas propriedades, tais como a estética, a dureza, resistência a compressão, resistência química, biocompatibilidade, e a desvantagem de apresentar uma baixa resistência à tração. É conhecida também como aço cerâmico, pois sofre um processo chamado de transformação de fase, onde a estrutura cristalina do dióxido de zircônio se transforma de tetragonal para monocíclica. A progressão contínua dessa transformação de fase pode iniciar defeitos na superfície, resultando em efeitos catastróficos, tornando o material mais vulnerável ao envelhecimento. Variações de temperatura podem afetar as propriedades estruturais da zircônia, o calor gerado durante a aplicação da porcelana de revestimento (temperatura máxima de 930°C) pode induzir a transformação de fase inversa, diminuindo o conteúdo da fase monoclinica, impedindo a formação de camadas de compressão e, consequentemente afetar as propriedades do material. Além disso, a zircônia pode sofrer um processo conhecido como degradação a baixas temperaturas na presença de água ou umidade. A abrasão de ar com partículas de óxido de alumínio é realizada rotineiramente para remover as camadas de contaminantes, aumentando a retenção micro-mecânica entre o cimento e a restauração de resina. O efeito da abrasão do ar sobre as propriedades mecânicas do zircônio tem sido repetidamente discutidos na literatura, sendo relatados tanto resultados positivos, quanto negativos (CAVALCANTI, 2008).

De acordo com Kelly e Denry (2008) a zircônia é um material cada vez mais popular na Odontologia. Possui várias formas e condições de processamento, portanto, é necessária a conscientização de que algumas formas deste material são susceptíveis ao envelhecimento e

que certas condições de processamento podem desempenhar um papel crítico na degradação a baixas temperaturas.

Devido ao maior apelo estético no fim do século XX, vários sistemas cerâmicos foram introduzidos no mercado com a intenção de substituir restaurações e próteses metálicas. A partir de então, muitas pesquisas foram desenvolvidas a fim de melhorar as propriedades físicas e mecânicas do material. Existem vários tipos de classificação das cerâmicas uma delas é de acordo com a fase vítrea: cerâmicas com fase vítrea (cerâmicas vítreas e cerâmicas infiltradas por vidro) e cerâmicas sem fase vítrea (óxido cerâmico – policristalino – cerâmica de alta resistência). Nóbrega (2009) avaliou a resistência de compressão entre dente hígido (caninos superiores), cerâmica feldspática (Noritake Kisai CO Limited, Nagoya, Japão) e cerâmica aluminizada infiltrada por vidro (Vitro-Ceram[®] - Angelus, Londrina, PR, Brasil). As cerâmicas foram cimentadas com RelyX Unicem[™] (3M - St Paul, MN, EUA), o teste de compressão foi realizado com a máquina de ensaio universal KRATOS, com carga aplicada axialmente no ápice da borda incisal até a fratura. Os valores de resistência à compressão da cerâmica aluminizada infiltrada por vidro (88,99 Kgf) e o dente hígido (105,48 Kgf) não apresentaram diferença significativa. A média de resistência à compressão entre a cerâmica aluminizada infiltrada por vidro (88,99 Kgf) e a cerâmica feldspática (47,8 Kgf) apresentaram diferenças significativas. O autor conclui que, dentre os materiais pesquisados, a coroa metalocerâmica com 140,52 Kgf (subestrutura metálica associada a porcelana feldspática) continua sendo o material mais resistente para prótese fixa.

Restaurações de cerâmica são materiais de escolha para reprodução dos elementos dentais perdidos, contudo, ocasionalmente apresentam falhas e levantam questionamentos sobre a efetividade deste tratamento (MARTINS *et al.*, 2010). As falhas podem ser classificadas em biológicas (perda de vitalidade pulpar, fratura do pilar, recidiva de cárie e perda de retenção) e mecânicas (fratura devido a carregamento cíclico em ambientes úmidos, fratura da cerâmica de revestimento, trincas). As trincas podem originar-se em locais que envolvem defeitos de processamento como: aspereza superficial, porosidades, inclusão de impurezas; e defeitos do material como tamanho da partícula, tensão residual e presença de micro-trincas. As trincas podem ser classificadas como cônica externa (primeiro dano a surgir durante carga cíclica, com angulação de propagação de 22° em relação a superfície oclusal), cônica interna (propaga-se em direção a interface porcelana de revestimento/infraestrutura cerâmica, e apresenta angulação maior que o cone externo) e radial (pode originar-se da superfície de cimentação da infraestrutura cerâmica e propagar-se até a porcelana de

revestimento resultando em falha catastrófica, ou iniciar na interface porcelana de revestimento/infraestrutura cerâmica e propagar-se através da porcelana de revestimento resultando em fratura coesiva). Os autores concluíram que cada sistema cerâmico possui vantagens e desvantagens e cabe ao profissional avaliar a indicação de cada caso com cautela.

2. 2 Tratamento de superfície

Matinlinna *et al.* (2007) avaliaram a promoção de adesão de 2 silanos (3-MPS e uma estrutura similar 3-MPTS) e suas misturas com 1,2-bis-(triethoxysilyl) etano, à superfície de uma zircônia tratada com jateamento (óxido de alumínio) e seguida de silicatização (Rocatec). As amostras foram cimentadas com RelyX ARC, metade dos espécimes foi mantida em um dessecador por 1h antes do teste de cisalhamento; a outra metade foi submetida a 6000 ciclos de termociclagem (5-55°C com tempo de armazenamento de 30 s, e tempo de transferência de 2 s – ISO 10477). Os autores concluíram que a termociclagem diminuiu os valores de força de adesão significativamente para as amostras cimentadas com RelyX ARC + silicatização + silanização; a silanização com 1,0 vol % 3-MPS e com a mistura de 1,0 vol% 3-MPTS + 1,0 vol% 1,2-bis-(triethoxysilyl) etano produziram uma promissora força de adesão após a termociclagem; a silanização isolada com 3-MPTS, ou com a mistura de 3-MPS + 1,2-bis-(triethoxysilyl) etano não forneceu uma adesão hidroliticamente duradoura.

Segundo Senyilmaz *et al.* (2007) o pré-tratamento de superfície das cerâmicas Y-TZP com jateamento e/ou tratamento com revestimento de sílica, melhoram a resistência ao cisalhamento. Diferenças no método de preparação da superfície da zircônia e a química dos cimentos resinosos afetam o mecanismo de adesão. Discos de zircônia foram divididos em 3 grupos: sem tratamento, jateamento com alumina e revestimento de sílica. Cilindros de resina composta foram aderidos aos espécimes de cerâmica com os cimentos resinosos Panavia F® (Kuraray Co., Okayama, Japão), RelyX Unicem e Maxcem™ (Kerr – Orange, CA, EUA). A resistência ao cisalhamento foi testada à seco, após 24 h e após termociclagem. Foi observada em todos os grupos uma redução significativa na resistência de adesão após 24 h e teste de termociclagem, comparados com os espécimes do grupo seco, para os cimentos Panavia F e Maxcem. Entretanto, os espécimes cimentados com RelyX Unicem exibiram valores estatisticamente similares para os grupos que sofreram revestimento de sílica nos períodos a seco, 24h e após termociclagem ($11,7 \pm 1,3$; $14,1 \pm 6,3$ e $11,7 \pm 4,9$ MPa, respectivamente) ($p > 0,05$). Não houve diferença significativa na resistência a adesão entre os cimentos Panavia

F e RelyX Unicem após a termociclagem, já para todos os grupos cimentados com Maxcem exibiram menores valores de adesão comparados com Panavia e RelyX.

Chaiyabutr *et al.* (2008) realizaram uma pesquisa comparando três fatores: influência do condicionamento com ácido fluorídrico, resistência ao cisalhamento e resistência à flexão, entre cerâmicas convencionais: Creation - C, IPS d.Sign - D, Noritake EX3 - E e Reflex - R e cerâmicas Y-TZP (Cerabien CZR - CZ, Lava Ceram - L e Zirox - Z). Os espécimes foram condicionados com ácido fluorídrico, lavados e secos com ar, conforme recomendações do fabricante. Após a medição da rugosidade de superfície, a morfologia da microestrutura de espécimes de cada grupo foi examinada qualitativamente com microscópio eletrônico de varredura. Os cilindros de cerâmica foram cimentados a molares humanos (livres de cáries, sem restaurações e sem trincas ou fraturas na coroa) que foram tratados previamente com ácido fosfórico a 37% por 15 s e enxaguados com jato de ar/água por 30 s. O adesivo utilizado foi Excite[®] DSC (Ivoclar Vivadent – AG, Schaan, Liechtenstein) e o agente silano Monobond-S[®] (Ivoclar Vivadent – AG, Schaan, Liechtenstein) cimentados com o cimento resinoso Variolink[®] II (Ivoclar Vivadent – AG, Schaan, Liechtenstein). Os corpos de prova foram armazenados em umidade 100 % por 48 h, antes de serem levados ao teste de cisalhamento. Os autores relataram diferença significativa na rugosidade de superfície de todos os grupos pesquisados. As cerâmicas convencionais apresentaram rugosidade média mais elevada do que as cerâmicas Y-TZP, devido a maior quantidade de sílica (grupos D e R = 12-16%, grupos C, E e L = 8,5-9%, e grupos CZ e Z = 6-7%). As micrografias revelaram superfícies lisas para as cerâmicas Y-TZP, enquanto as cerâmicas convencionais apresentaram superfícies esponjosas. A média de força de adesão também mostrou diferença significativa: grupo C 22,51 MPa, grupo D 16,54 MPa, grupo E 17,92 MPa, grupo R 25,16 MPa, grupo CZ 13,02 MPa, grupo L 9,45 MPa e grupo Z 13,03 MPa. Este estudo demonstrou a eficácia do tratamento de condicionamento ácido em associação com agente silano para as cerâmicas convencionais. Já para as cerâmicas Y-TZP não foram observadas a mesma qualidade de rugosidade de superfície para todos os tipos de zircônia analisadas.

Tanaka *et al.* (2008) pesquisaram a influência do revestimento de sílica (Rocatec) com e sem o uso de MDP (monômero fosfatado), comparados com o método de jateamento com partículas de alumina 30 µm. Os grupos foram divididos: 1- jateamento com alumina + MDP; 2- Rocatec + MDP; 3- Rocatec + silano; 4- Rocatec + MDP + silano. As amostras que receberam o tratamento de revestimento de sílica não foram eficientes, as propriedades da união entre adesivos a base de resina e a superfície revestida por sílica foram estáveis em

comparação com as amostras tratadas com MDP. A aplicação do monômero MDP em associação com o agente silano sobre a superfície revestida por sílica é um método promissor para a cimentação das restaurações cerâmicas.

Valandro *et al.* (2008) testaram a força de ligação entre um cimento resinoso (Panavia F) e uma cerâmica de zircônia (In-Ceram Zircônia - VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) após três métodos de condicionamento usando dois tipos de testes, cisalhamento e microtração. Os tratamentos de superfície avaliados foram: 1- jateamento com Al_2O_3 + silanização; 2- revestimento de sílica (Cojet) + silanização; 3- revestimento de sílica (Rocatec) + silanização. Entre os tipos de testes não houve diferenças estatísticas significativas, mas, os tipos de tratamentos de superfície apresentaram diferenças estatísticas significantes. No teste de microtração as falhas foram predominantemente mistas, e no teste de cisalhamento as falhas foram exclusivamente adesivas. Quanto aos métodos de condicionamento, o revestimento de sílica (Cojet e Rocatec) seguido de silanização apresentaram os melhores resultados de resistência de união comparados com o método de jateamento.

Lindgren *et al.* (2008) pesquisaram os efeitos de pré-tratamentos: jateamento com óxido de alumínio, Metal Primer II (Ivoclar Vivadent – AG, Schaan, Liechtenstein) e Ceramic Primer™ (3M - St Paul, MN, EUA); e envelhecimento em água sobre a força de união da zircônia (Denzir® Hot isostatic pressed HIPed - Cad.esthetics AB, Skellefteå, Suécia) com cimento resinoso (RelyX UNICEM). As amostras foram submetidas ao teste de cisalhamento antes e depois do jateamento, e antes e depois do envelhecimento (armazenamento em água destilada a 37 °C por 180 dias no escuro). Os resultados obtidos foram: antes do envelhecimento não houve diferenças significantes ($p>0,05$) nos valores de adesão; jateamento e aplicação de Metal ou Ceramic Primer melhoraram significativamente a força de união comparados com o grupo que não recebeu nenhum tratamento; depois do envelhecimento a força de união dos espécimes jateados seguidos da aplicação do Metal Primer foi significativamente maior do que o grupo com jateamento e Ceramic Primer. Os espécimes que foram jateados e associados com o Metal Primer não foram afetados significativamente pelo envelhecimento, nos grupos com Ceramic Primer e sem *primer* os valores diminuíram de forma significativa. Portanto, pré-tratamento com jateamento e Metal Primer parece ser um método apropriado para melhorar a força de união.

Segundo Ozcan *et al.* (2008a), o uso da zircônia não pode ser recomendado para próteses parciais fixas onde a retenção adesiva é necessária. Os autores chegaram a esta conclusão após desenvolvimento de uma pesquisa que investigou quatro tipos de cimentos: Panavia F 2.0, Multilink (Ivoclar Vivadent – AG, Schaan, Liechtenstein), SuperBond (Ortho Source do Brasil, Porto Alegre, Brasil) e Quadrant Posterior Dense unidos a discos de zircônia (LAVATM - 3M ESPE, St Paul, MN, EUA) e levados ao teste de cisalhamento imediatamente após a cimentação e depois de 6000 ciclos de termociclagem (5-55 °C). Os resultados de adesão foram significativamente afetados pelo armazenamento em água e pelo tipo de cimento. Panavia F 2.0 mostrou os melhores resultados de resistência de união no teste imediato (9,6 MPa). Quando as instruções dos fabricantes dos cimentos resinosos foram seguidas, nenhuma adesão (0,0 MPa) foi encontrada após 6000 ciclos de termociclagem.

A zircônia é o único material com capacidade de substituir o metal usado nas próteses metalocerâmicas. Infelizmente, apresenta como desvantagem a adesão inferior aos cimentos resinosos, comparadas às cerâmicas convencionais. A zircônia é composta por uma microestrutura cristalina livre de vidro, caracterizando-se em um material ácido resistente. Os valores de adesão alcançados com os *primers* de metal não são sempre favoráveis, principalmente porque apresentam uma força de ligação alta em circunstâncias secas, mas após termociclagem apresentam uma redução de 30-90%. A força de união entre os cimentos resinosos e zircônia não é durável e nem estável. Ozcan *et al.* (2008b) avaliaram o efeito de tratamentos de superfície em laboratório (Rocatec), e realizados em consultório (jateamento com partículas de óxido de alumínio 50 µm) sobre a adesão de um cimento resinoso contendo MDP (Panavia F 2.0) e zircônia após termociclagem. Não foram encontradas diferenças estatísticas entre os grupos.

As cerâmicas denominadas ácido-sensíveis ou vitro cerâmicas (feldspática, leucita, dissilicato de lítio) sofrem condicionamento da superfície pela aplicação do ácido fluorídrico, resultando em um padrão topográfico que favorece a adesão. As cerâmicas ácido resistentes (alumina infiltrada por vidro ou alumina/cerâmica de zircônia, zircônia tetragonal estabilizada por ítrio Y-TZP, e cerâmica de alumina densamente sinterizada) não são condicionadas por ácido fluorídrico, geralmente são submetidas a abrasão a ar, a fim de melhorar a ligação ao cimento resinoso. Amaral *et al.* (2008) pesquisaram a durabilidade da união entre um cimento resinoso (Panavia F) e a zircônia In-Ceram Zircônia Classic com a aplicação de diferentes tratamentos de superfície (jateamento com partículas de Al₂O₃ 110µm + silanização, Rocatec + silanização e Cojet + silanização). Os sistemas Rocatec e Cojet são tratamentos que

consistem no jateamento com partículas sílica, diferem apenas no tamanho das partículas 110 μm e 30 μm respectivamente. Os espécimes foram divididos aleatoriamente em duas condições: 1) seca – em que foram submetidos ao teste de microtração imediatamente após o corte dos palitos; 2) e após envelhecimento – 6 ciclos de 5-55 °C, com tempo de permanência de 30 s e tempo de transferência 2 s – foram armazenados em água destilada a 37 °C por 150 dias e depois submetidos a microtração. Os resultados obtidos foram: ambos os revestimentos de sílica (Rocatec e Cojet) mostraram resistência de união duradouros. Após envelhecimento o jateamento com partículas de Al_2O_3 seguidos de silanização mostraram o maior decréscimo no valor de união.

Komine *et al.* (2009) estudaram a influência dos agentes de união presentes nos cimentos resinosos sobre a força de união com a zircônia (Katana Noritake Dental Supply, Aichi, Japão). Os *primers* utilizados foram: All Bond 2 Primer B (Bisco Inc., Schaumburg IL EUA), Alloy Primer (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japão), AZ Primer (Shofu Inc., Kyoto, Japão), Estenia Opaque Primer (Kuraray Medical Inc., Tokyo, Japão), e Porcelain Liner M Liquid A (Sun Medical Co., Ltd., Moriyama, Japão). Os espécimes foram cimentados com cimento Estenia C&B, metade das amostras foi armazenada em água destilada a 37 °C por 24 h e depois submetida ao teste de cisalhamento; a outra metade sofreu termociclagem 5000 ciclos (5-55 °C por um minuto). Os resultados demonstraram que a utilização dos *primers* Porcelain Liner, AZ Primer e Estenia Opaque Primer gera uma resistência de união duradoura entre o cimento Estenia C&B e zircônia Katana.

Restaurações cerâmicas vêm sendo cada vez mais utilizadas na reconstrução de estruturas dentárias perdidas. Medeiros *et al.* (2009) analisaram a resistência à flexão (em três pontos) e a resistência à tração diametral dos materiais cerâmicos IPS-Empress 2 e In-Ceram Zircônia, para obtenção de parâmetros mais seguros para a indicação e o emprego dos mesmos. Nos resultados obtidos pelos ensaios de resistência a flexão, houve superioridade estatística para o material In-Ceram Zircônia (434,17 MPa) em relação ao IPS-Empress 2 (230,80 MPa); já nos ensaios de resistência a tração diametral, houve superioridade estatística para o material IPS Empress 2 (175,41 MPa), em relação ao In-Ceram Zircônia (151,11 MPa).

Oyague *et al.* (2009) avaliaram a estabilidade hidrolítica de diferentes cimentos resinosos quando unidos à cerâmica de zircônia. Os grupos foram divididos em: controle sem nenhum tipo de tratamento, jateamento com Al_2O_3 125 μm e revestimento de sílica com partículas de Al_2O_3 50 μm modificadas por sílica (Supradental, Madrid, Espanha). Os corpos de prova foram cimentados com: Clearfil Esthetic Cement (CEC; Kuraray Co. Ltd., Osaka,

Japão); Rely X Unicem (RXU; 3M ESPE) e Calibra (CAL; Dentsply Caulk) e submetidos ao teste de microtração 24 h e 6 meses após cimentação. Após 24 h, a resistência de união do cimento Clearfil foi significativamente maior do que os outros cimentos, independentemente do tipo de tratamento de superfície usado. Todas as amostras cimentadas com Calibra sofreram descolamento espontâneo, exceto o grupo que sofreu jateamento. Após 6 meses de armazenamento em água, a resistência de união do cimento Clearfil diminuiu significativamente (grupo sem tratamento 17,04 – 10,82 MPa, jateamento 18,63 – 11,82 MPa e silicatização 18,19 – 15,36 MPa). Alterações morfológicas foram evidentes após envelhecimento em água.

Mirmohammadi *et al.* (2010) compararam os valores de resistência de união de três cimentos resinosos contendo monômero fosfato (Panavia F 2.0, RelyX Unicem e Multilink), usando os testes de microtração e microcisalhamento. Foram encontradas diferenças significativas nos valores de resistência de união. Panavia e Multilink mostraram falhas coesivas no cimento, enquanto RelyX Unicem apresentou falhas interfaciais. Os autores concluíram que o teste de microtração foi capaz de detectar diferentes valores de união entre os três cimentos pesquisados, enquanto o teste de cisalhamento falhou em detectar tais diferenças.

Zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio é o tipo de zircônia mais utilizada na Odontologia, devido a instabilidade da zircônia pura. Akyil *et al.* (2010) pesquisaram diferentes tratamentos de superfície (jateamento, revestimento de sílica e os lasers CO₂, Nd:YAG e Er:YAG - que foram aplicados isoladamente e após jateamento – seguidos de silanização). Os discos de zircônia (95 % ZrO₂ estabilizado com 5 % Y₂O₃) cimentados com cimento Clearfil, foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h e depois submetidos a termociclagem 5 °C a 55 °C por 500 ciclos, 30s em cada banho. Os resultados obtidos foram: o jateamento com óxido de alumínio 110 µm e o revestimento de sílica (Cojet) foram os métodos de tratamento de superfície mais eficazes; o uso do laser Er:YAG e de CO₂ podem aumentar a resistência de união, por sua vez o laser Nd: YAG pode diminuir a força de ligação. O laser CO₂ ou Er: YAG após jateamento diminuem a resistência de união, mas Nd: YAG pode aumentá-la.

Matiello (2010) avaliou a resistência de união do cimento Panavia F à superfície de uma cerâmica reforçada por zircônia, com os seguintes tratamentos de superfície: sistema Rocatec e um filme vitrocerâmico por deposição de vidro bioativo. O resultado obtido foi que o uso do filme vitrocerâmico é estatisticamente superior ao método de silicatização Rocatec,

devido a melhor interação química do filme vitrocerâmico (associado ao processo de silanização comum) a superfície da zircônia.

De acordo com Blatz *et al.* (2010), o jateamento com partículas de óxido de alumínio é um dos pontos fortes no vínculo cimento autoadesivo e zircônia. Cimentos que contêm os monômeros adesivos MDP ou 4-META (Clearfil e G-Cem respectivamente) possuem resultados superiores a outras composições (BisCem, RelyX UNICEM Clicker, RelyX UNICEM Applicap, Maxcem).

O jateamento com óxido de alumínio pode gerar trincas na superfície da zircônia diminuindo sua resistência em 25%. A técnica de união entre zircônia e cimento resinoso deve conter uma interação química sem causar danos mecânicos. O composto MDP possui um monômero éster fosfatado que se liga diretamente com óxidos metálicos como crômio, alumínio, titânio e óxido de zircônio. Já o VBATDT possui afinidade a metais nobres. Ambos funcionam em conjunto formando uma solução iniciadora que é aplicada sobre as superfícies metálicas, não há dados disponíveis sobre a resistência a microtração quando a zircônia é tratada somente com esses componentes químicos. De Souza *et al.* (2010) pesquisaram o efeito desses adesivos, dos sistemas de cimentação e a influência do envelhecimento sobre a força de união da zircônia. Dezoito discos de zircônia Y-TZP (Lava Frame, 3M Espe, St. Paul, MN) foram polidos e tratados com um *primer* contendo MDP ou com um *primer* contendo MDP + VBATDT, o grupo controle não recebeu nenhum tratamento. Os cimentos utilizados foram RelyX UNICEM e Panavia 21, após cimentação as amostras foram seccionadas e 72 h depois submetidas ao teste de microtração. O outro grupo foi armazenado em água destilada a 37 °C por 60 dias, depois deste período levados a termociclagem 5000 ciclos (5-55 °C com tempo de armazenamento 30 s). Os resultados mostraram que a aplicação de um *primer* contendo MDP pode aumentar a força de ligação entre o sistema de cimentação e a zircônia. No entanto, as amostras que utilizaram cimento a base de MDP não apresentaram aumento na resistência de união à zircônia e após o envelhecimento, foi observada uma menor resistência de união.

O tratamento de superfície jateamento/abrasão a ar é recomendado para aumentar a retenção micro mecânica e durabilidade da ligação cimento/zircônia. No entanto, os efeitos a longo prazo da influência deste procedimento na estabilidade da zircônia ainda não são conhecidos. Micro-trincas podem surgir na superfície ou na sub-superfície da zircônia após o tratamento de jateamento, prejudicando a adesão (GUESS *et al.*, 2010).

De acordo com Passos *et al.* (2010), a longevidade da interface cimento resinoso/Y-TZP depende do tipo de agente cimentante. Blocos de cerâmica Y-TZP foram envolvidos por resina acrílica e divididos aleatoriamente em 2 grupos baseado no tratamento de superfície: 96% isopropanol e revestimento triboquímico com sílica seguido de silanização. Foram utilizados os cimentos Panavia F 2.0, Variolink II, RelyX U100 e Maxcem. Depois de 24 h metade dos espécimes de cada grupo foi submetido ao teste de cisalhamento. Os espécimes remanescentes foram testados após 90 dias de armazenamento em água a 37 °C e termociclagem (12000 ciclos 5-55 °C). Os grupos que foram somente limpos com álcool apresentaram os mais baixos valores de adesão (24 h), e esses valores reduziram dramaticamente após envelhecimento. Os grupos com revestimento de sílica e silanização apresentaram os maiores valores de adesão em ambos os armazenamentos (24 h ou 90 dias + termociclagem).

De acordo com pesquisa realizada por May *et al.* (2010), o revestimento de sílica (Cojet) apresenta uma influencia relevante sobre a resistência de união e a durabilidade do vínculo zircônia Y-TZP e MDP. A aplicação do MDP isoladamente resulta em uma fraca adesão que pode ser atribuída a uma pobre ligação química e mecanismos de ligação micro mecânicos.

Várias técnicas para facilitar a força de união entre a zircônia e o cimento resinoso têm sido relatadas. O tratamento triboquímico com sílica é sugerido como um método efetivo para a adesão, mas recentemente, tem sido criticado pela possibilidade de propagar trincas no interior da zircônia. Os adesivos metálicos possuem uma poderosa ligação a ligas e metais puros, por sua afinidade a óxidos metálicos presentes na superfície dos metais. Características químicas da superfície das cerâmicas em zircônia são similares às superfícies dos metais. Embora seja possível utilizar um *primer* metálico para melhorar a força de adesão entre a zircônia e os cimentos resinosos, informações disponíveis a respeito dessa força de união são limitadas. Yun *et al.* (2010) avaliaram o efeito do jateamento e o uso de *primers* metálicos na resistência ao cisalhamento entre cimentos resinosos (Panavia F 2.0 – Alloy Primer, SuperBond C&B – V-Primer e M Bond - Metaltite) e cerâmica Y-TZP. O jateamento foi realizado com partículas de Al₂O₃ medindo 90 µm (3,8 bar de pressão a uma distância de 10 mm por 15 s), os espécimes foram armazenados em água destilada por 24 h a 37 °C e depois submetidos a 5000 ciclos de termociclagem (5-55 °C com tempo de permanência de 30 s em cada banho e tempo de transferência de 2 s). A força de união dos espécimes tratados com jateamento e Alloy Primer cimentados com Panavia F 2.0 foi significativamente maior que os outros grupos (17.1 MPa). Nos grupos que usaram os cimentos Superbond C&B e M Bond, o

jateamento aumentou significativamente a resistência ao cisalhamento (16,7 e 7,4 MPa respectivamente) porém, o efeito dos *primers* metálicos (V-primer e Metaltite) não foi significativo.

Zhang *et al.* (2010) investigaram a resistência ao cisalhamento entre cimentos de ionômero de vidro reforçados por resina e zircônia. Discos de zircônia foram jateados com partículas de Al_2O_3 (110 μm , 15 s, pressão de 0,4, distância de 10 mm) e divididos em 3 grupos de acordo com o tipo de cimento (RelyX Luting, Fuji Plus – cimentos de ionômero de vidro reforçados por resina; e Panavia F – cimento resinoso como grupo controle). Os espécimes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h, metade dos espécimes de cada grupo foi submetida a termociclagem (20000 ciclos 5-55 °C por 666 h cerca de 28 dias). A resistência ao cisalhamento inicial para os dois cimentos de ionômero reforçados por resina foi de $17,33 \pm 3,53$ MPa (RelyX Luting) e $16,68 \pm 2,76$ MPa (Fuji Plus) e diminuíram significativamente após termociclagem $7,62 \pm 2,17$ MPa e $4,65 \pm 2,02$ MPa respectivamente. No grupo controle a resistência inicial foi de $26,25 \pm 5,61$ MPa e após termociclagem não houve diferença significativa ($23,1 \pm 4,27$). As falhas de adesão dos cimentos de ionômero de vidro foram na grande maioria adesivas entre o cimento e a zircônia. Este tipo de cimento não ofereceu uma união estável à zircônia abrasionada após termociclagem, não existe ligação química durável ou ligação mecânica com a zircônia.

De acordo com Yang *et al.* (2010), o jateamento pode comprometer a resistência mecânica das restaurações, por esse motivo os autores avaliaram a influência da redução da pressão do ar durante o processo de jateamento. Os grupos foram divididos de acordo com o método de tratamento de superfície (1- sem jateamento, 2- jateamento com 0,05 MPa e 3- jateamento com 0,25 MPa) e diferentes tipos de *primers* (sem aplicação, Metal/Zirconia Primer, Alloy Primer e Clearfil Ceramic Primer). Os espécimes foram cimentados com RelyX Unicem, e submetidos ao teste de tração após 3 e 150 dias de armazenamento em água, seguidos de termociclagem (5-55 °C 37500 ciclos). Segundo os autores é possível uma união durável às cerâmicas de zircônia quando utilizados cimentos resinosos contendo MDP, jateamento com pressão regular de 0,25 MPa ou a combinação de baixa pressão 0,05 MPa com *primers* contendo MDP. Sem o jateamento não foi observada união estável a zircônia, independente do uso de um *primer* (após termociclagem, todos os grupos sem jateamento apresentaram o valor de 0,0 MPa).

Aboushelib *et al.* (2011) avaliaram a resistência de união e a durabilidade da ligação entre cimentos resinosos e a zircônia tratada pelo método de condicionamento e infiltração seletiva (SIE). Discos de zircônia receberam dois tipos de tratamentos: jateamento com partículas de alumínio 50 μm e condicionamento e infiltração seletiva. Os espécimes foram cimentados com Panavia F 2.0 e levados ao teste de microtração após cada intervalo de tempo: imediato, após termociclagem (10000 ciclos 5-55 °C), 4, 26, 52 e 104 semanas de armazenamento em água a 37 °C. Foram encontradas diferenças significantes nos valores de microtração nos 3 grupos testados, depois de 2 anos de envelhecimento, todos os espécimes do grupo controle (sem nenhum tipo de tratamento) apresentaram falhas espontâneas, e no grupo do jateamento houve uma redução significativa da força de ligação. O grupo do condicionamento e infiltração seletiva permaneceu relativamente estável após a conclusão do envelhecimento (início 51,9 MPa, término 43,4 MPa).

Vários métodos são usados para melhorar a união do cimento resinoso à zircônia: diferentes tratamentos de superfície, diferentes métodos de limpeza e variados *primers*. No entanto, a manutenção de um vínculo duradouro ainda permanece um desafio. Attia e Kern (2011) compararam a força de ligação entre um cimento resinoso e a zircônia após o uso de um silano convencional (EspeSil) e um novo *primer* universal (Monobond Plus). Os grupos foram divididos em: 1- revestimento de sílica (Rocatec) + limpeza com ar livre de óleo + EspeSil; 2- revestimento de sílica + limpeza ultrassônica com álcool + EspeSil; 3- revestimento de sílica + limpeza com ar livre de óleo + Monobond; 4- revestimento de sílica + limpeza ultrassônica + Monobond; 5- jateamento com partículas de Al_2O_3 com 110 μm + limpeza com ar livre de óleo + Monobond e 6- jateamento + limpeza ultrassônica + Monobond. Os espécimes foram armazenados em água a 37 °C por 3 dias ou armazenados por 150 dias e submetidos a termociclagem (37500 ciclos). Após teste de tração observou-se que após 150 dias de armazenamento e termociclagem, o novo *primer* apresentou valores superiores de adesão comparado ao silano convencional.

Behr *et al.* (2011) estudaram a resistência ao cisalhamento e a tração da interface zircônia/cimento resinoso. Espécimes planos de zircônia foram ligados a cilindros de CoCr (que mediam 5 mm de diâmetro e 3 mm de altura), todas as áreas de cimentação foram primeiramente jateadas com partículas de Al_2O_3 (pressão 0.28 MPa, 10s). Os testes de cisalhamento e tração foram realizados depois de 24 h e 90 dias de armazenamento em água e 12000 ciclos de termociclagem (5-55 °C). Os tipos de tratamentos utilizados consistiram em aplicação de um agente silano, revestimento com sílica (Rocatec), cimentos ou *primers*

contendo *phosphone*, mono-fosfato ou di-fosfato e uma combinação de revestimento de sílica e *primer*. Os cimentos utilizados foram: Calibra, Maxcem, Multilink, G-Cem, Panavia F 2.0, RelyX Unicem e Variolink. Valores de força de ligação superiores a 10 MPa foram considerados clinicamente suficientes, as medidas obtidas pelo cisalhamento ultrapassaram esse valor, exceto para o grupo controle e o cimento Maxcem após 90 dias. Já os valores do teste de tração foram bastante diferentes. A aplicação do agente silano sozinho apresentou valores muito baixos no teste de tração. O tipo de falha predominante foi adesiva na superfície da cerâmica. Nenhum dos métodos investigados forneceu resistência a tração suficiente.

Casucci *et al.* (2011) pesquisaram o efeito de uma solução *experimental hot chemical etching* composta por HCl e Fe_2Cl_3 em metanol (previamente usada para condicionamento de metal e ligas) como método de tratamento de superfície da zircônia. Os autores compararam os valores de união desta nova solução com os seguintes tratamentos: condicionamento e infiltração seletiva, jateamento com partículas de óxido de alumínio 125 μm , e um grupo sem nenhum tipo de tratamento. Os espécimes foram cimentados com o cimento resinoso Calibra em combinação com seu sistema adesivo. Após 24 h os corpos de prova foram levados ao teste de microtração. Os valores de adesão alcançados depois do uso do condicionamento e infiltração seletiva e a nova solução foram significativamente maiores que o grupo do jateamento e o grupo sem tratamento.

Chen *et al.* (2011) avaliaram a técnica de revestimento de sílica (Cojet) com associação de agentes silanos ou *primers* (contendo monômeros fosfatos ou não) para a adesão das cerâmicas em zircônia. Discos de zircônia foram submetidos a diferentes tipos de tratamentos: as superfícies foram polidas e jateadas pelo sistema Cojet ou com partículas de alumina e tratadas com os seguintes compostos: ESPE Sil, AZ Primer, Metal/Zirconia Primer, Clearfil Ceramic Primer, Monobond Plus, Exp Z-Prime e cimentadas com Choice 2 ou Panavia F 2.0. Após os tratamentos de superfície os espécimes foram armazenados em água deionizada por 2 h a 37 °C e levados ao teste de cisalhamento. Os resultados mostraram que o cimento resinoso que não contém MDP não teve nenhuma força de ligação à zircônia polida, enquanto o cimento resinoso com MDP teve uma resistência de união suave. Após o jateamento com Cojet ou alumina houve aumento na força de adesão. A aplicação do agente silano isolado não aumentou a força de união, no entanto o uso do *primer* Exp Z-Primer dobrou os valores de adesão. Nanopartículas de sílica foram identificadas pela observação em microscópio eletrônico de varredura, após o tratamento com Cojet, porém, estas nanopartículas foram removidas por jatos fortes de água.

Kim *et al.* (2011) pesquisaram a resistência ao cisalhamento de vários cimentos (Fuji I, Ketac Cem Easymix, Fuji Plus, RelyX Luting, Principle, Ionotite, Panavia F 2.0 e RelyX Unicem) à zircônia previamente tratada com jateamento. Todos os espécimes foram armazenados em água a 37 °C por 48 h, metade dos corpos de prova de cada grupo foi submetido a termociclagem (10000 ciclos) antes do teste de cisalhamento. Os cimentos Panavia F 2.0 e Principle apresentaram os maiores valores de adesão sem mudanças significantes antes e depois da termociclagem. Todos os espécimes que foram descolados apresentaram falha adesiva.

Em algumas situações clínicas, os núcleos de zircônia são sombreados para obtenção de melhores resultados estéticos e aparência mais natural semelhante à dentina. Para esse sombreamento são usadas soluções de cloreto na fase de pré-sinterização para se conseguir a infiltração das cores, método recomendado pelo fabricante. No entanto, não existem dados que avaliem se esta técnica afeta ou não o vínculo entre a zircônia e os cimentos resinosos. Xie *et al.* (2011) avaliaram a mudança dos parâmetros de composição e rugosidade das cerâmicas tingidas e não-tingidas, tratadas com jateamento e analisaram a influência da durabilidade da união com o cimento Panavia F. Os autores concluíram que o jateamento pode melhorar a força de ligação e a durabilidade da ligação entre zircônia e o cimento Panavia F, através do aumento da superfície de adesão e retenção mecânica. O procedimento de tingimento não afeta a ligação e nem a durabilidade das cerâmicas em zircônia.

De acordo com Piascik *et al.* (2011), os métodos adesivos disponíveis para as biocerâmicas não são adequados para todas as aplicações clínicas, procedimentos que forneçam uma ligação durável ainda são investigados. O processo de fluoração foi muito utilizado no passado para modificar propriedades físicas e químicas de superfícies inertes como o diamante, fulerenos e nano tubos de carbono. Os autores avaliaram uma nova técnica de pré tratamento da superfície de zircônia, no qual esta superfície é convertida em oxifluoreto de zircônia tornando-se mais reativa, permitindo a ligação química melhorada com substratos dentais. Os espécimes de zircônia, polida e rugosa, foram tratadas e cimentadas com RelyX Unicem utilizando técnicas convencionais. Os corpos de prova foram levados ao teste de cisalhamento e os resultados mostraram que o pré tratamento com fluoração é um método viável para produzir uma superfície mais reativa para colagem adesiva. Investigações ainda estão em andamento para avaliar a durabilidade desta ligação química

Kulunk *et al.* (2011) pesquisaram o efeito do tratamento de jateamento na superfície da cerâmica zircônia com diferentes tipos partículas, tamanhos e formas. As superfícies dos espécimes de zircônia foram jateados com 5 partículas diferentes: 30 μm de partículas de óxido de alumínio revestidas com sílica; 1-3 μm de partículas de diamante sintético; 110 μm de partículas de óxido de alumínio; 30-50 μm diamante sintético; e 60-80 μm de partículas de nitreto de boro cúbico. O grupo controle não recebeu nenhum tipo de tratamento. Todos os espécimes foram armazenados em água destilada a 37 °C por 24 h e termociclados por 6000 ciclos. Após o teste de cisalhamento concluíram que o jateamento com partículas de diamante sintético com tamanho de 30-50 μm , 60-80 μm de nitreto de boro cúbico e 110 μm partículas de óxido de alumínio mostraram os melhores valores de força de adesão que os outros métodos.

De acordo com Scherrer *et al.* (2011) o jateamento da zircônia com partículas de alumina (50 ou 110 μm) melhora a aderência dos cimentos a base de resina, devido ao aumento da rugosidade superficial. Este assunto ainda causa controvérsia, devido aos danos superficiais que este tratamento pode causar na estrutura do material. Os autores realizaram uma pesquisa com objetivo de investigar se o jateamento com partículas de 30 μm afeta negativamente o limite de fadiga e a sobrevivência das cerâmicas em zircônia. Os resultados mostraram que o procedimento de jateamento (30 μm e 2,5 bar de pressão) provou justamente o contrário, houve uma melhora significativa no comportamento à fadiga das cerâmicas pesquisadas (Everest ZS - KaVo, Lava White e Lava Colored - 3M Espe), portanto o procedimento é recomendado para a cimentação adesiva.

Smith *et al.* (2011) pesquisaram um novo método de tratamento de superfície da zircônia, utilizando tetracloreto de silício combinado com vapor de água formando uma camada ultra-fina de silicato, sobre a superfície da zircônia. Esse processo é realizado através da deposição desse vapor em fase única. Os blocos de cerâmica foram unidos a blocos de resina composta e cimentados com Clearfil. Este novo método foi comparado com outros tratamentos de superfície: grupo controle sem nenhum tipo intervenção, tratamento triboquímico revestido por sílica (Cojet) seguida de silanização, tratamento com primer, tratamento deposição do vapor de sílica com aplicação de camada de 3,2 nm + silano, tratamento deposição do vapor de sílica 5,8 nm + silano, tratamento deposição do vapor de sílica 30,4 nm + silano. Os grupos foram armazenados em água destilada (37 °C por 24 h) e levados ao teste de microtração, os valores de união foram mensurados usando uma máquina de ensaio universal nos períodos de 0, 1, 3 e 6 meses. Após 6 meses os valores obtidos pelo

novo método foram superiores às técnicas atuais de colagem convencionais. No entanto, após 6 meses, os grupos com a utilização da camada de partículas de sílica resultou em menor resistência à tração quando comparados ao tratado somente com silano.

Matinlinna e Lassila (2011) avaliaram o efeito de cinco silanos experimentais (3-AOPTMS, 3-GOPS, 3-MPS, *styrylethyltrimethoxysilane*, *3-isocyanatopropyltriethoxysilane*) sobre a resistência ao cisalhamento de um cimento resinoso (RelyX UNICEM) ligado a uma zircônia (Procera All Zircon) cuja superfície foi tratada com Rocatec. Metade dos espécimes foi testado a seco e a outra metade foi submetida a termociclagem 6000 ciclos (5-55 °C com tempo de armazenamento de 30 s). Os maiores valores de adesão foram obtidos com 3-AOPTMS em armazenamento seco (11,7 MPa) e após termociclagem 3-GOPS (17,6 MPa). Os menores valores de adesão foram obtidos pelo grupo controle (Ceramic Primer) armazenamento a seco 4,5 MPa e após termociclagem 6,5 MPa. A termociclagem aumentou os valores de adesão significativamente em todos os silanos pesquisados, devido ao fato destes compostos químicos serem ativados por hidrólise e a pós-polimerização acelerada por um período de armazenamento em temperatura relativamente elevada de 55 °C. Os silanos sozinhos não fornecem ligação química confiável.

Monaco *et al.* (2011) testaram a resistência de união entre cimento resinoso (RelyX Unicem) e zircônia Y-TZP, submetida a diferentes tratamentos de superfície. Os grupos foram divididos em: 1- controle sem nenhum tipo de tratamento; 2- tratamento triboquímico (cobertura com sílica 30 μm SiO_2) antes da sinterização; 3- jateamento com 50 μm de Al_2O_3 antes da sinterização; 4- jateamento com 110 μm de Al_2O_3 antes da sinterização; 5- jateamento com 50 μm de Al_2O_3 depois da sinterização. Após a preparação dos corpos de prova, cilindros de resina composta foram imediatamente cimentados aos discos de zircônia. Os resultados obtidos após o teste de cisalhamento apresentaram diferenças estatísticas significantes entre os grupos (grupo1 = $4,7 \pm 0,8$, grupo 2 = $4,6 \pm 0,9$, grupo 3 = $6,4 \pm 1,0$, grupo 4 = $6,5 \pm 1,8$, grupo 5 = $6 \pm 1,3$, valores em MPa e médias respectivamente). Fraturas adesivas entre o cimento e zircônia foram as mais comuns. O tratamento de superfície com jateamento antes e após a sinterização proporcionou um aumento significativo na resistência de união. Já o revestimento com sílica (tratamento triboquímico) antes da sinterização não foi eficaz para melhorar a força de ligação entre a zircônia e o cimento resinoso. Uma das limitações deste estudo foi não pesquisar os efeitos do envelhecimento na interface cimento/zircônia.

Moon *et al.* (2011) estudaram o efeito da ordem de preparação na estrutura da zircônia tetragonal policristalina estabilizada por ítrio (Y-TZP) – através do jateamento com partículas de óxido de alumínio antes e depois da sinterização - e sua resistência de união a cimentos dentários (Clearfil SA luting cement, Zirconite, Superbond C&B, Rely-X Unicem, e Multilink). Os espécimes foram cimentados e submetidos a termociclagem 5000 ciclos (5-55 °C com tempo de armazenamento de 30 s) e levados ao teste de cisalhamento. O jateamento da zircônia aumenta significativamente os valores de resistência ao cisalhamento dos cimentos resinosos, mas a ordem de preparação (jateamento antes e após sinterização) não teve influência significativa na resistência ao cisalhamento em ambos os grupos. O grupo que foi jateado antes da sinterização apresentou menos estruturas monoclinicas do que o grupo que foi jateado após sinterização. Fato este que pode ser explicado pelo processo de transformação inversa monoclinica-tetragonal, que ocorre durante a sinterização. Dentro das limitações deste estudo, conclui-se que o jateamento pré sinterização possui várias vantagens. Em primeiro lugar, produziu rugosidade da superfície de zircônia com depressões e projeções arredondadas, já que o jateamento após sinterização pode produzir projeções afiadas e pontiagudas, como arestas que podem causar o início da propagação de trincas na zircônia e no cimento e aumentando o potencial de fratura. Em segundo lugar, melhorou as propriedades mecânicas da zircônia pelo aumento da quantidade de estruturas tetragonais após a sinterização. Em terceiro lugar, reduziu o tempo de fabricação total das restaurações de zircônia, porque o tempo de tratamento de aquecimento pode ser reduzido pela diminuição da fase monocíclica obtida durante o processo jateamento pré sinterização. No entanto, existe a possibilidade deste tratamento prejudicar a margem de zircônia e ocorrer a incorporação de partículas de óxido de alumínio para o interior cerâmica. Além disso, esta é técnica sensível e exige precauções. Portanto, mais pesquisas devem ser realizadas para estabelecer o protocolo exato sobre a distância do jateamento, a pressão, o tempo e limpeza. Ensaios clínicos devem ser realizados para demonstrar o efeito a longo prazo do protocolo de preparação.

A zircônia à base de ítrio é um material amplamente usado na Odontologia, mas apresenta desvantagens como degradação em ambientes úmidos e baixas temperaturas, situações encontradas na cavidade oral. Com base nestes fatos, os autores desenvolveram uma pesquisa com objetivo de comparar a degradação de uma zircônia convencional com um novo material Y-TZP dopada com sílica após testes de envelhecimento. Verificou-se que o novo tipo de zircônia desenvolveu menos conteúdo monocíclico, uma boa resistência à degradação, e uma pequena redução na força comparada com a zircônia convencional (NAKAMURA *et al.*, 2011).

Existem vários protocolos de condicionamento de superfície para cimentação da zircônia Y-TZP. Este fato gera confusão entre os Cirurgiões-dentistas sobre a seleção e os efeitos dos diferentes métodos de condicionamento. Ozcan *et al.* (2011) avaliaram a ação de dois agentes silanos 3-TMSPM e MPS/4-META sobre a adesão de dois cimentos resinosos (SuperBond e Panavia F 2.0) a zircônia Y-TZP comparando protocolos individuais e os recomendados pelos fabricantes. Os grupos foram divididos da seguinte maneira: 1) silicatização + 3-TMSPM silano + Superbond; 2) silicatização + MPS/4-META silano + Superbond; 3) silicatização + 3-TMSPM silano + Panavia F 2.0; 4) silicatização + MPS/4-META silano + Panavia F 2.0; 5) sem condicionamento + MPS/4-META silano + SuperBond (seguindo recomendações do fabricante); e 6) jateamento com 50 μm Al_2O_3 + Panavia F 2.0 (seguindo recomendações do fabricante). Os espécimes foram submetidos ao teste de cisalhamento depois de armazenadas em água a 37 °C por 3 meses no escuro. O processo de revestimento de sílica foi realizado no consultório com o instrumento de abrasão a ar intra-oral Micro-Etcher (Danville, San Ramon, USA), carregado com partículas de óxido de alumínio 30 μm revestidas por sílica do sistema Cojet (3M ESPE) e a abrasão a ar com partículas de óxido de alumínio 50 μm . Os resultados obtidos foram: quando a silicatização e silanização foram usadas, ambos os cimentos SuperBond e Panavia F 2.0 demonstraram maior resistência de união, seguindo as instruções dos fabricantes. Quando as superfícies das cerâmicas receberam a deposição de sílica, não houve diferença significativa entre os silanos 3-TMSPM e MPS/4-META ($20,2 \pm 3,7$ e $20,9 \pm 1,6$ MPa, respectivamente) para o cimento SuperBond, mas para o cimento Panavia F 2.0 quando o silano 3-TMSPM ($24,4 \pm 5,3$ MPa) foi usado a resistência de união foi significativamente maior do que o silano MPS/4-META ($12,3 \pm 1,4$ MPa).

Haddad *et al.* (2011) realizaram uma revisão de literatura visando apontar os principais grupos de cimentos associados a cimentação de restaurações livre de metais, discutindo as vantagens, desvantagens e recomendações de cada tipo de material. A pesquisa foi confinada às bases de dados PubMed e Scielo e livros sobre o assunto. Os autores concluíram que: 1- as restaurações livres de metal podem ser cimentadas com cimentos convencionais ou cimentos resinosos; 2- a correta escolha do material cimentante é de extrema importância para a longevidade da restauração; 3- cimentos convencionais devem ser escolhidos quando for necessária uma boa espessura do cimento, resistência à dissolução e uma boa compressão.

Schmid-Schwap *et al.* (2011) realizaram uma metanálise com o objetivo de avaliar os dados de microinfiltração de coroas cimentadas, publicadas na literatura até dezembro de

2009, e identificar os fatores metodológicos que podem afetar os resultados dos testes de microinfiltração *in vitro*. E, devido a heterogeneidade na metodologia das pesquisas não foi possível realizar uma análise quantitativa da maior parte dos dados. Os autores concluíram que é necessário o estabelecimento de um padrão internacional para pesquisas de microinfiltração para que seja viável realizar comparações entre os estudos.

Papia *et al.* (2012) descreveram e analisaram um novo método de produção de espécimes de óxido de zircônio com uma superfície de cimentação que permita uma técnica adesiva e avaliaram a resistência de adesão. Foram confeccionados 48 pares de espécimes usando blocos de Y-TZP unidos a blocos de porcelana feldspática. Três tipos diferentes de superfície foram testadas: superfícies modificadas por impactação criada por grânulos de vidro; superfícies modificadas por impactação criada pelo uso de grânulos de polímero; e superfícies controle não modificadas. Um dispositivo especial feito de latão e aço inoxidável foi criado para fabricação dos cilindros de Y-TZP, este dispositivo foi preenchido com Y-TZP em pó granulado (Procera Zirconia, Nobel Biocare TM AB, Gotemburgo, Suécia) e comprimido mecanicamente com 125 MPa utilizando uma prensa. Antes da compressão a superfície inferior de cada dispositivo foi coberta com grânulos de vidro ou polímero. Ambos os blocos (Y-TZP e feldspática) foram tratados com 9,6 % de ácido fluorídrico enxaguados com água e, limpos com ácido fosfórico 35 % e completamente enxaguados com água. Foram usados dois sistemas de cimentação Variolink II e Panavia F 2.0, todos os grupos foram submetidos a termociclagem (5000 ciclos 5-55 °C cada banho com 60:20 s de duração e tempo de transferência de 10 s) e levados ao teste de cisalhamento. Os grupos com modificação da superfície de cimentação apresentaram valores de resistência adesão significativamente maiores, comparados com o grupo controle. Modificação por impacto com grânulos de vidro e grânulos de polímero podem criar uma superfície de cimentação adequada para reconstruções de zircônia. Mais estudos são necessários antes desta tecnologia poder ser recomendada para aplicações clínicas.

3 OBJETIVOS

3 OBJETIVOS

1 – Analisar as evidências científicas atuais sobre os métodos de tratamento de superfície da zircônia mais indicados para uma melhor adesão aos cimentos resinosos, de acordo com a literatura científica, entre o período de janeiro de 2007 a fevereiro de 2012.

2 – Verificar a influência do teste de envelhecimento sobre os valores de adesão.

3 – Verificar a influência dos cimentos resinosos na força de união.

4 METODOLOGIA

4 METODOLOGIA

A busca eletrônica dos artigos foi realizada no período entre novembro de 2011 a fevereiro de 2012 nas bases de dados PubMed, Medline, Web of Science e Library Cochrane, com os termos de busca: *cementation zirconium*, *resin cement zirconium*, *ceramic dental zirconium* e *surface treatment zirconium*. Com exceção da Library Cochrane e Medline, as demais bases de dados foram pesquisadas usando o programa EndNote Web (ferramenta *on line* de gerenciamento de referências desenvolvida pela Thomson Reuters, disponível gratuitamente). Os termos foram pesquisados nos títulos, palavras-chave e resumos dos artigos. O teste de relevância (critérios de inclusão e exclusão) foi descrito abaixo:

Inclusão:

- 1- Tratar-se de pesquisas em Odontologia
- 2- Tratar-se de zircônio para confecção de próteses odontológicas
- 3- Pesquisas com o tema: estudo da superfície de tratamento da zircônia para adesão aos diferentes tipos de cimentos disponíveis no mercado
- 4- Pesquisas que realizaram tratamento de envelhecimento
- 5- Idioma: inglês
- 6- Ano: estudos a partir do ano de 2007
- 7- Tipo de estudo: aleatório/randomizado
- 8- Tipo de amostra: zircônia/cimentos resinosos
- 9- Tipos de teste: cisalhamento e microtração
- 10- Tipo de substrato: resina

Exclusão:

- 1- Estudos sem intuito de analisar a adesividade da zircônia
- 2- Estudos sem método de envelhecimento
- 3- Estudos que não utilizaram cimentos resinosos
- 4- Texto integral não disponível
- 5- Estudos da adesividade de outros sistemas cerâmicos
- 6- Livros, eventos, anais, opiniões de *experts*, relato de casos e revisões.

O acesso às bases de dados foi realizado da seguinte maneira:

MEDLINE: acesso pelo portal CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) no endereço www.periodicos.capes.gov.br, selecionar “meu espaço” e depois “café” (Comunidade Acadêmica Federada), escolher instituição UFMS, efetuar *login* e senha, buscar base MEDLINE 1950/presente atualização diária (OVID), conectar interface nativa, termos de busca, *export citation*, selecionar EndNote;

WEB OF SCIENCE: acesso pelo site do programa EndNote Web www.myendnoteweb.com (é necessário realizar o cadastro), *login* e senha, *collect*, *online search*, selecione Web of Science, *connect*, termos de busca, *search*, selecionar artigo, *add to group*, selecionar pasta do EndNote;

PUBMED: acesso pelo site EndNote Web, *login* e senha, *collect*, *online search*, selecione PubMed, *connect*, termos de busca, *search*, selecionar artigo, *add to group*, selecionar pasta do EndNote.

Após o levantamento dos estudos, foi realizada a leitura dos resumos e aplicado o primeiro teste de relevância por dois examinadores independentemente. Após essa fase os artigos selecionados foram lidos na íntegra e aplicado o segundo teste de relevância pelos mesmos examinadores.

A pergunta da pesquisa foi formulada com intuito de atingir o objetivo proposto nesta revisão sistemática: Qual o tratamento de superfície mais efetivo na união das cerâmicas em zircônia com os cimentos resinosos?

5 RESULTADOS

5 RESULTADOS

O total de artigos encontrados com os termos de busca foi 3237. A presença de artigos repetidos (duplicata) é extensa, estes foram excluídos com o auxílio do programa EndNote Web e com a leitura manual, no total de 2861. Nos artigos restantes 376, foi aplicado o primeiro teste de relevância ficando 124 publicações para leitura do texto na íntegra. A leitura dos resumos, dos textos completos, assim como a aplicação dos testes de relevância foram realizados por dois investigadores, independentemente. Após aplicação dos testes, foram selecionados 21 artigos para extração de dados (Fig. 1).

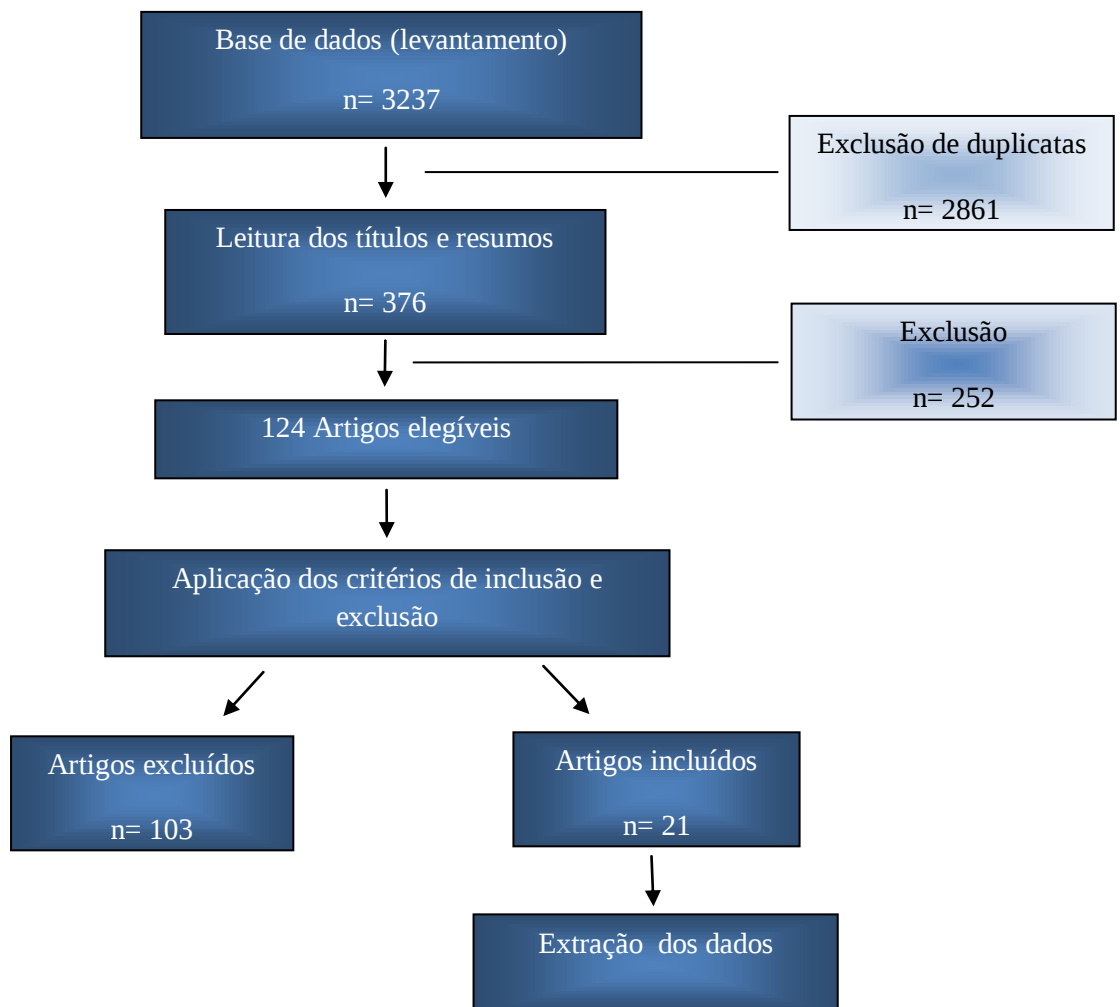


Figura 1 – Fluxograma de seleção dos estudos.

Os 21 artigos selecionados (autores, ano, periódico e título) estão apresentados no QUADRO 1 (APÊNDICE A), e as publicações excluídas e os motivos da exclusão foram descritos no QUADRO 2 (APÊNDICE B).

Dos 21 estudos selecionados para a análise final, 20 periódicos possuem classificação Qualis e apenas 1 não possui classificação (Fig 2).

Periódicos	Quantidade de artigos	Classificação Qualis
Dental Materials	6	A ₁
Journal of Mechanical Behavior of Biomaterials	1	A ₂
Journal Biomed Materials Research Part B	4	A ₂
Photomedicine and Laser Surgery	1	B ₁
Clinical Oral Investigations	1	B ₁
Quintessence International	2	B ₂
Operative Dentistry	3	B ₂
Odontology the Society of Nippon University	1	-
Acta Odontologica Scandinavica	1	B ₂
Journal of Oral Science	1	B ₃

Figura 2 – Quantidade de artigos de cada periódico e classificação Qualis.

O motivo da exclusão da grande maioria dos estudos foi pela falta de randomização e teste de envelhecimento (72,81%), 1 artigo não foi encontrado pela busca COMUT (Comutação Bibliográfica) oferecida pela Biblioteca Central da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 1 não era do idioma inglês, 5 pesquisas usaram dentes humanos como substrato, 10 apresentaram data de publicação anterior a 2007 (este fato ocorreu pois a data de publicação destes artigos diferiu da data citada na base de dados), 5 não pesquisaram a adesão

à zircônia, 1 revisão de literatura, 1 estudo sobre adesão de pinos em zircônia, 1 estudo sobre resistência a flexão, 1 estudo sobre resistência a fratura e 1 artigo ainda não publicado.

O QUADRO 3 (APÊNDICE C) fornece informações específicas dos estudos incluídos, quanto a marca comercial de zircônia utilizada, quanto ao tipo de tratamento de superfície, envelhecimento, número de corpos de prova, tipo de cimento e teste mecânico.

A grande maioria dos estudos incluídos (1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21) pesquisou a associação de jateamento ou revestimento com sílica com *primers* metálicos ou silanos, e concluíram que dentre as limitações da pesquisa esta combinação apresentou bons resultados de união, somente dois estudos (5 e 16) não utilizaram estes métodos. Duas pesquisas (3 e 14) não recomendaram a cimentação adesiva para as cerâmicas em zircônia. Os cimentos convencionais tiveram os piores valores de adesão (estudo 21), isto explica o fato de serem pouco pesquisados para as cerâmicas de zircônia (Fig. 3).

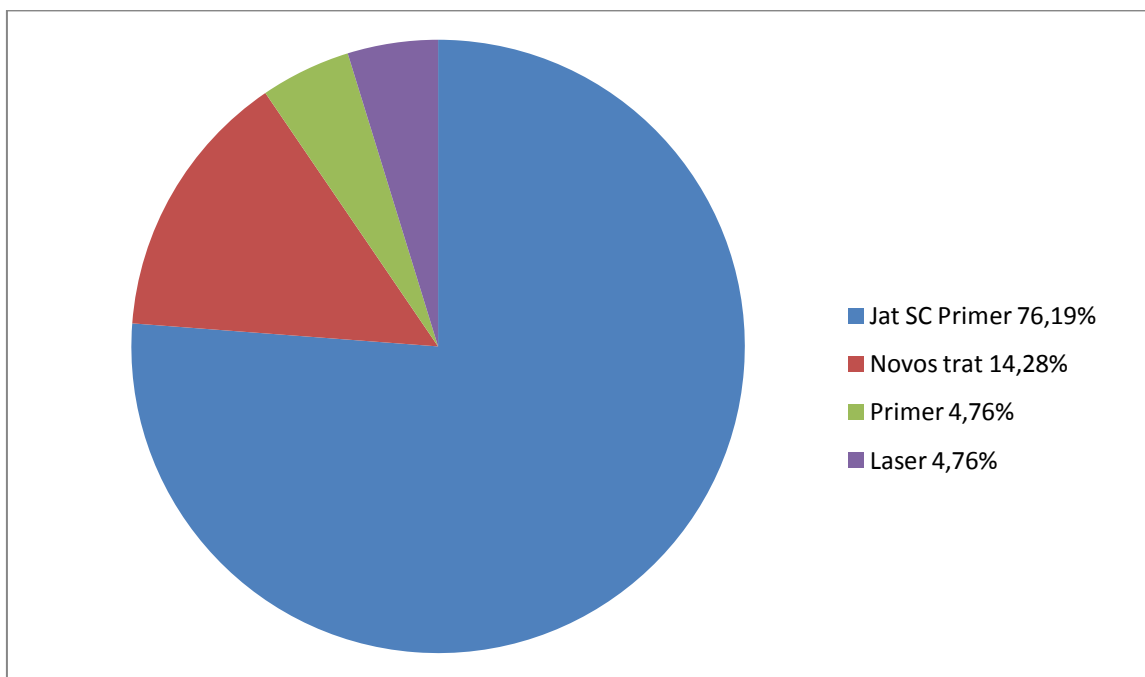


Figura 3 – Gráfico dos estudos incluídos

Foram investigados 18 tipos diferentes de cimentos (em todos os artigos incluídos) dentre eles os 5 mais cotados foram: Panavia F 2.0 (12 estudos), Rely X Unicem (10 estudos), Clearfil (5 estudos), MaxCem (4 estudos) e Superbond C&B (4 estudos).

Nos estudos 5, 8, 12, 18, 19 e 21 a termociclagem diminuiu significativamente os valores de adesão, já nos estudos 9 e 10 os valores aumentaram após o teste, e o estudo 15 não observou diferença.

O uso de cimentos com MDP na sua composição (Panavia F e Clearfil) obteve melhores resultados de adesão quando associados ao jateamento ou revestimento com sílica nos seguintes estudos: 1, 2, 12, 13, 15, 17, 18, 19 e 20.

Somente o estudo 5 não realizou nenhum tipo de tratamento mecânico na superfície da zircônia e defende o uso de primers que contenham MDP para melhorar a força de união entre o sistema de cimentação e a zircônia.

Após coleta dos dados foi encontrada considerável heterogeneidade na metodologia dos tipos de tratamento e nos resultados apresentados. Portanto, não foi possível realizar uma análise quantitativa dos dados.

Um exemplo da diversidade metodológica esta representada na Quadro 4 (APÊNDICE D) que descreve como o procedimento de termociclagem foi realizado em cada pesquisa. A termociclagem é um teste de envelhecimento que simula as variações de temperatura da cavidade bucal, possui duas cubas térmicas com diferentes temperaturas onde os corpos de prova ficam de 30 a 35 segundos em cada cuba, esta troca de banhos é considerada 1 ciclo.

Nos 21 estudos selecionados foram encontradas 13 nacionalidades diferentes, isto evidencia o uso das cerâmicas de zircônia em outras partes do mundo, bem como a investigação quanto ao método de cimentação ainda não definido (Fig. 4).

Nenhum dos estudos descreveu a forma de aleatorização dos grupos.

Não foi encontrado nenhum estudo clínico aleatório pelo levantamento realizado, apenas estudos *in vitro*.

País	Número de pesquisas
Brasil	4
EUA	2
Suécia	2
China	2
República da Coréia	2
Holanda	2
Turquia	1
Alemanha	1
Japão	1
Noruega	1
Espanha	1
Suiça	1
Reino Unido	1

Figura 4 – Nacionalidade dos estudos incluídos

6 DISCUSSÃO

6 DISCUSSÃO

O desenvolvimento de cerâmicas à base de zircônia surgiu para suprir tanto as necessidades estéticas, como as necessidades mecânicas que as próteses metalocerâmicas e cerâmicas feldspáticas não possuem (CHAIYABUTR *et al.*, 2008; NOBREGA, 2009; OYAGUE *et al.*, 2009; YUN *et al.*, 2010; HADDAD *et al.* 2011). As cerâmicas reforçadas por ítrio possuem ótimas propriedades como: resistência à compressão, resistência química, dureza e biocompatibilidade (LINDGREN *et al.*, 2008; CAVALCANTI, 2008; MEDEIROS *et al.*, 2009; de SOUZA *et al.*, 2010; YUN *et al.*, 2010; ZHANG *et al.*, 2010; SMITH *et al.*, 2011; MATINLINNA *et al.*, 2011). Suas aplicações na Odontologia são bem variadas, infra estruturas para próteses unitárias e próteses parciais fixas, pinos intra conduto, implantes e pilares para implantes (OZCAN *et al.*, 2008a; ZHANG *et al.*, 2010; PIASCIK *et al.*, 2011). Entretanto, para se alcançar o sucesso clínico dessas cerâmicas é necessário uma boa interface de ligação com os agentes cimentantes, sendo este fator considerado uma desvantagem do uso da zircônia (OZCAN *et al.*, 2008b; LINDGREN *et al.* 2008; OYAGUE *et al.*, 2009; BLATZ *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; MATIELLO, 2010; ZHANG *et al.*, 2010; OZCAN *et al.*, 2011; HADDAD *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011; MATINLINNA *et al.*, 2011; PAPIA *et al.*, 2012).

As cerâmicas convencionais possuem uma satisfatória resistência de união aos cimentos resinosos, sendo considerado padrão de cimentação o condicionamento com ácido fluorídrico associado a aplicação do agente silano (SENYILMAZ *et al.*, 2007; OZCAN *et al.*, 2008b; OYAGUE *et al.*, 2009; de SOUZA *et al.*, 2010; YUN *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010; BLATZ *et al.*, 2010; KULUNK *et al.*, 2011; BEHR *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011; MOON *et al.*, 2011). Isto se deve a presença de uma matriz vítrea que consiste numa rede aleatória de sílica, o ácido reage com essa matriz que é seletivamente removida e expõe a estrutura cristalina, como resultado a superfície da cerâmica se torna áspera promovendo uma retenção mecânica. Como as cerâmicas de alto conteúdo cristalino apresentam pouca ou nenhuma quantidade de sílica em sua composição este método de tratamento se torna inviável (SENYILMAZ *et al.*, 2007; CHAIYABUTR *et al.*, 2008; OZCAN *et al.*, 2008a; OZCAN *et al.*, 2008b; AMARAL *et al.* 2008; OYAGUE *et al.*, 2009; MAY *et al.*, 2010; BLATZ *et al.*, 2010; de SOUZA *et al.*, 2010; AKYIL *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; MOON *et al.*, 2011; BEHR *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011; PAPIA *et*

al., 2012). A resistência de união das cerâmicas em zircônia é 25% menor do que as cerâmicas convencionais (OZCAN *et al.*, 2008b; CHAIYABUTR *et al.*, 2008). Para Nobrega *et al.* (2009) ao compararem a resistência à compressão entre dentes hígidos (105,48 Kgf), metalocerâmica (140,52 Kgf), cerâmica aluminizada infiltrada por vidro (88,99 Kgf) e cerâmica feldspática (47,8 Kgf), concluíram que a metalocerâmica continua sendo o material mais resistente para prótese fixa.

Vários métodos de tratamento de superfície da zircônia (visando retenção mecânica, química ou a associação de ambas) vêm sendo pesquisados: jateamento com partículas de óxido de alumínio (diferentes tamanhos de partículas são utilizadas 30, 50, 90, 110µm), revestimento com sílica (sistemas Cojet, Rocatec, Pyrosil-Pen), revestimento com sílica antes do processo de sinterização, condicionamento e infiltração seletiva, aplicação de lasers (CO₂, Nd:YAG, Er:YAG), aplicação de filme vitrocerâmico por deposição de vidro bioativo, jateamento com partículas de óxido de alumínio antes do processo de sinterização, *experimental hot chemical etching*, cerâmica Y-TZP dopada com sílica, superfícies modificadas por impactação criada por grânulos de vidro ou grânulos de polímero, deposição de tetracloreto de silício combinado a vapor de água, e vários tipos de adesivos metálico existentes no mercado (Alloy Primer, Metaltite, V-Primer, Monobond Plus, ESPE Sil, AZ Primer, Metal/Zirconia Primer, Clearfil Ceramic Primer, Exp Z-Prime) e novos compostos: 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane, 3-AOPTMS, styrylethyltrimethoxysilane, 3-MPS, 3-MPTS, 3-isocyanatopropyltriethoxysilane, 3-GOPS (SENYILMAZ *et al.*, 2007; MATINLINNA *et al.*, 2007; LINDGREN *et al.*, 2008; AMARAL *et al.*, 2008; OZCAN *et al.*, 2008a; OZCAN *et al.*, 2008b; OYAGUE *et al.*, 2009; KOMINE *et al.*, 2009; ZHANG *et al.*, 2010; BLATZ *et al.*, 2010; de SOUZA *et al.*, 2010; AKYIL *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; YUN *et al.*, 2010; MATIELLO, 2010; ZHANG *et al.*, 2010; NAKAMURA *et al.*, 2011; MATINLINNA *et al.*, 2011; ABOUSHELIB, 2011; BEHR *et al.*, 2011; OZCAN *et al.*, 2011; PIASCIK *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011; MOON *et al.*, 2011; PAPIA *et al.*, 2012).

O ponto fraco da união zircônia/cimento resinoso é a degradação hidrolítica sofrida por ambas as partes (KELLY *et al.*, 2008; OZCAN *et al.*, 2008a; CAVALCANTI, 2008; NAKAMURA *et al.*, 2011). Isso explica o resultado na maioria das pesquisas que após envelhecimento os valores de adesão diminuíram significativamente (MATINLINNA *et al.*, 2007; SENYILMAZ *et al.*, 2007; LINDGREN *et al.*, 2008; AMARAL *et al.*, 2008; AKYIL *et al.*, 2010; ZHANG *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010; de SOUZA *et al.*,

2010; BEHR *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011; OZCAN *et al.*, 2011) e em alguns casos chegaram a zero (OZCAN *et al.*, 2008a; MAY *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; OZCAN *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011). Fato este que torna o resultado de algumas pesquisas duvidoso, pois afirmam bons resultados de adesão mas, não realizaram teste de envelhecimento (MATIELLO *et al.*, 2010; CASUCCI *et al.*, 2011; CHEN *et al.*, 2011; PIASCIK *et al.*, 2011), os resultados iniciais de adesão são elevados podendo qualquer tipo de tratamento ou adesivo apresentar-se satisfatório. A grande maioria das pesquisas realizou o teste de termociclagem para simulação de envelhecimento, este teste possui normas da ISSO TR 11450 (1994) de como se deve proceder (quantidade de ciclos, temperatura mínima e máxima, tempo de permanência em cada banho, tempo de transferência), mas nem todos os pesquisadores as seguem, aplicando o teste de forma aleatória (SENYILMAZ *et al.*, 2007; MATINLINNA *et al.*, 2007; AMARAL *et al.*, 2008; OZCAN *et al.*, 2008a; OZCAN *et al.*, 2008b; KOMINE *et al.*, 2009; BLATZ *et al.*, 2010; de SOUZA *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010; ZHANG *et al.*, 2010; YUN *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; MOON *et al.*, 2011; BEHR *et al.*, 2011; MATINLINNA *et al.*, 2011; PAPIA *et al.*, 2012). Segundo normatização da ISO a termociclagem deve ser realizada da seguinte maneira: 500 ciclos, com temperatura de 5-55°C, com tempo de permanência de 30 a 35 segundos, e tempo de transferência de 2 segundos (AKYIL *et al.* 2010). De acordo com Yun *et al.* (2010), 1 ano de envelhecimento pode ser simulado com 10000 ciclos de termociclagem.

O método de jateamento com partículas de óxido de alumínio é preconizado para a zircônia por vários autores, apresentando bons resultados de adesão mas, sem avaliações a longo prazo e sem investigações quanto ao surgimento de trincas (OZCAN *et al.*, 2008a; de SOUZA *et al.*, 2010; MONACO *et al.*, 2011; KULUNK *et al.*, 2011). Alguns autores citaram o surgimento de trincas na subsuperfície da zircônia após jateamento, essas rachaduras diminuem a força em 25% sob carregamento cíclico (GUESS *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2010; YANG *et al.*, 2010; ATTIA e KERN, 2011; PIASCIK *et al.*, 2011; CASUCCI *et al.*, 2011; KULUNK *et al.*, 2011; MONACO *et al.*, 2011). Guess *et al.* (2010) relataram que essas trincas se propagavam no sentido área jateada em direção a região oclusal, no entanto, Scherrer *et al.* (2011) provaram justamente o contrário, houve uma melhora significativa no comportamento a fadiga das cerâmicas (Everest ZS - Kavo, Lava White e Lava Colored - 3M Espe) após o jateamento, portanto recomendam o uso do procedimento. Isto pode ser explicado pela característica de transformação de fase da zircônia (mudança microestrutural que transforma a fase tetragonal para monocíclica, quando submetido ao estresse) considerada

uma das mais notáveis inovações no estudo da cerâmica Y-TZP (CAVALCANTI 2008; MOON *et al.*, 2011; CHEN *et al.*, 2011; SCHERRER *et al.*, 2011; PAPIA *et al.*, 2012). As pesquisas que compararam o uso de jateamento com e sem a aplicação de agentes silanos, obtiveram melhores resultados quando o silano foi aplicado (LINDGREN *et al.*, 2008; BLATZ *et al.*, 2010; YUN *et al.*, 2010; YANG *et al.*, 2010; XIE *et al.*, 2011). Um novo método de jateamento foi pesquisado pelos autores Moon *et al.* (2011) e Monaco *et al.* (2011), nestes estudos o procedimento foi realizado antes da sinterização da zircônia, ambas as pesquisas tiveram bons resultados mas, necessitam de mais investigações para conhecer os efeitos a longo prazo. De acordo com Chen *et al.* (2011) e Martins *et al.* (2010) o tratamento de jateamento precisa de mais estudos para ser recomendado.

O método de revestimento de sílica consiste em um jateamento prévio com partículas de óxido de alumínio, logo em seguida um jateamento com partículas de óxido de alumínio revestidas por sílica e aplicação de um agente silano (MATINLINNA *et al.*, 2007; VALANDRO *et al.*, 2008; OYAGUE *et al.*, 2009; AKYIL *et al.*, 2010; ATTIA e KERN., 2011; MATINLINNA *et al.*, 2011; MONACO *et al.*, 2011). Alguns estudos apresentaram bons resultados sendo até preconizado como tratamento padrão para cimentação das coroas em zircônias (SENYILMAZ *et al.*, 2007; AMARAL *et al.*, 2008; TANAKA *et al.*, 2008; AKYIL *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010; OZCAN *et al.*, 2011). Mas de acordo com estudos que investigaram a durabilidade dessa união este procedimento também perde sua eficácia com o passar do tempo. As partículas de sílica se desprendem da superfície da zircônia causando infiltração e descolamento das peças. Superfícies que foram tratadas por esse método não podem ser limpas em cubas ultrassônicas, este procedimento remove a camada de sílica. Algumas pesquisas relataram o surgimento de trincas na superfície da zircônia após tratamento triboquímico (OZCAN *et al.*, 2008b; KULUNK *et al.*, 2011; CHEN *et al.*, 2011).

Nos estudos realizados por Amaral *et al.* (2008) e Valandro *et al.* (2008) o tratamento triboquímico (Rocatec e Cojet) apresentaram melhores resultados quando comparados com jateamento com óxido de alumínio. Segundo Behr *et al.* (2011) nenhum dos métodos (jateamento com Al_2O_3 e revestimento de sílica) ofereceram resistência a tração suficientes. Já para Ozcan *et al.* (2008b) não houve diferenças significativas entre os métodos.

Os novos métodos de tratamentos: aplicação de filme bioativo, condicionamento e infiltração seletivos, *experimental hot chemical etching*, fluoração (oxifluoreto de zircônia)

apresentaram bons resultados de adesão mas, os autores não realizaram testes de envelhecimento colocando em dúvida os resultados obtidos (MATIELLO, 2010; CASUCCI *et al.*, 2011; PIASCIK *et al.*, 2011).

Primers para metal também tem sido muito pesquisados e, os resultados encontrados na literatura são controversos. Enquanto alguns autores defendem seu uso e eficácia (KOMINE *et al.*, 2009; BLATZ *et al.*, 2010; YANG *et al.*, 2010; ATTIA e KERN, 2011; CHEN *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2011) outros autores concluíram que sua aplicação com e sem tratamento mecânico é incapaz de promover adesão a zircônia (MAY *et al.*, 2010; TANAKA *et al.*, 2008; YUN *et al.*, 2010; de SOUZA *et al.*, 2010; BEHR *et al.*, 2011).

Os cimentos resinosos apresentam vantagens em relação aos cimentos convencionais, como a baixa solubilidade e propriedades estéticas melhoradas. Os cimentos resinosos são considerados os de escolha para a cimentação das cerâmicas em zircônia (SENYILMAZ *et al.*, 2007; OZCAN *et al.*, 2008b), para Haddad *et al.* (2011) restaurações livres de metal podem ser cimentadas com cimentos resinosos ou cimentos convencionais. Já outros autores relatam que não existe cimentação definitiva quando a cimentação adesiva é necessária para as cerâmicas em zircônia (OZCAN *et al.*, 2008a) e não existe nenhuma evidência clínica suficiente para sustentar qualquer protocolo de cimentação definitiva (CAVALCANTI, 2008; KOMINE *et al.*, 2009; BEHR *et al.*, 2011). De acordo com pesquisas realizadas os cimentos convencionais não são indicados para este tipo de cerâmica, pois não existe ligação durável com a superfície da zircônia após termociclagem – os corpos de prova se soltaram durante a termociclagem nem chegaram a ser testados. Uma retenção mecânico-química é necessária para a união destes materiais (ZHANG *et al.*, 2010; KIM *et al.*, 2011).

Outra questão bastante controversa é quanto a seleção do teste mecânico. Os resultados dos testes de microtração e cisalhamento não podem ser transferidos para situações clínicas, no entanto, podem comparar e classificar os conceitos de união aplicados sob condições idênticas (BEHR *et al.*, 2011). A maioria das pesquisas aplicou o teste de cisalhamento (SENYILMAZ *et al.*, 2007; LINDGREN *et al.*, 2008; OZCAN *et al.*, 2008a; OZCAN *et al.*, 2008b; KOMINE *et al.*, 2009; BLATZ *et al.*, 2010; MAY *et al.*, 2010; YUN *et al.*, 2010; PASSOS *et al.*, 2010; ZHANG *et al.*, 2010; AKYIL *et al.*, 2010; MOON *et al.*, 2011; MATINLINNA *et al.*, 2011; MONACO *et al.*, 2011; OZCAN *et al.*, 2011; PAPIA *et al.*, 2012), enquanto somente quatro pesquisas optaram pelo teste de microtração (AMARAL *et al.*, 2008; OYAGUE *et al.*, 2009; de SOUZA *et al.*, 2010; SMITH *et al.*, 2011) e um estudo

realizou os dois testes (BEHR *et al.*, 2011). Este fato pode ser explicado pela maior facilidade de confecção dos corpos de prova e realização do teste de cisalhamento. No entanto, este teste é questionado pelo fato de aumentar o estresse interno dos componentes (cilindros, placas coplanares, resina) durante a aplicação da carga. Esta tensão interna pode deformar os substratos, sendo o valor obtido representado pela resistência dos componentes contra a força de flexão em vez das propriedades adesivas do agente de cimentação (VALANDRO *et al.*, 2008; MATIELLO, 2010; ZHANG *et al.*, 2010; BEHR *et al.*, 2011). Alguns autores defenderam o uso do teste de cisalhamento para as cerâmicas em zircônia (VALANDRO *et al.*, 2008; LINDGREN *et al.*, 2008; MAY *et al.*, 2010; ZHANG *et al.*, 2010) entretanto, devido a sua dureza, o aquecimento gerado pela máquina de corte (para obtenção dos palitos) pode comprometer a interface adesiva (VALANDRO *et al.*, 2008; MIRMOHAMMADI *et al.*, 2010).

A comparação entre os estudos e a realização da metanálise neste estudo não foi possível devido a falta de padronização das pesquisas, resultado obtido também na metanálise realizada pelo autor Schmid-Schwap *et al.* (2011) que avaliaram os dados de microinfiltração de coroas cimentadas e relata a falta de estabelecimento de padrões internacionais para as pesquisas. Após levantamento bibliográfico não foi encontrada nenhuma metanálise sobre o assunto, nem mesmo no centro de referência mundial sobre revisões sistemáticas e metanálise, Biblioteca Cochrane.

Após leitura dos resumos e textos na íntegra, verificou-se que ainda não existe um protocolo de cimentação para as cerâmicas em zircônia. Tendo em vista a diversidade metodológica e a grande quantidade de tipos de tratamento, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas para confirmar os resultados encontrados e investigar o efeito a longo prazo. É difícil para o Cirurgião-Dentista clínico decidir qual tipo de cerâmica seria a melhor escolha para o uso no seu dia a dia e qual o melhor cimento utilizar.

7 CONCLUSÕES

7 CONCLUSÕES

1 – De acordo com levantamento bibliográfico realizado, ainda não existe um padrão para o tratamento de superfície e nem para a cimentação das cerâmicas em zircônia; a silicatização e o jateamento com óxido de alumínio foram os métodos mais investigados, apresentando bons resultados de adesão, esses valores apresentaram melhora quando associados aos *primers* metálicos.

2 – O teste de envelhecimento é um fator importante que deve ser levado em conta no desenvolvimento de futuras pesquisas, pois ele influencia negativamente a interface zircônia/cimento resinoso, devido à degradação hidrolítica sofrida por ambas as partes.

3 – Dentre as limitações dos estudos, os cimentos resinosos foram os que apresentaram os melhores resultados de união, a correta associação dos *primers* metálicos com esses cimentos é crucial para durabilidade da cimentação.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

Aboushelib MN. Evaluation of zirconia/resin bond strength and interface quality using a new technique. *Journal of Adhesive Dentistry*. 2011; 13(3):255-60.

Akyil MS, Uzun IH, Bayindir F. Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation. *Photomedicine and Laser Surgery*. 2010; 28(6):801-8.

Amaral R, Ozcan M, Valandro LF, Balducci I, Bottino MA. Effect of conditioning methods on the microtensile bond strength of phosphate monomer-based cement on zirconia ceramic in dry and aged conditions. *Journal of Biomedical Materials Research Part B, Applied Biomaterials*. 2008; 85(1):1-9.

Attia A, Kern M. Long-term resin bonding to zirconia ceramic with a new universal primer. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2011; 106(5):319-27.

Blatz MB, Phark J-H, Ozer F, Mante FK, Saleh N, Bergler M, et al. In vitro comparative bond strength of contemporary self-adhesive resin cements to zirconium oxide ceramic with and without air-particle abrasion. *Clinical Oral Investigations*. 2010; 14(2):187-92.

Behr M, Proff P, Kolbeck C, Langrieger S, Kunze J, Handel G, et al. The bond strength of the resin-to-zirconia interface using different bonding concepts. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2011; 4(1):2-8.

Casucci A, Monticelli F, Goracci C, Mazzitelli C, Cantoro A, Papacchini F, et al. Effect of surface pre-treatments on the zirconia ceramic-resin cement microtensile bond strength. *Dental Materials*. 2011; 27(10):1024-30.

Cavalcanti AAN. Características da união a cerâmica de zirconia tetragonal policristalina contendo ítrio [tese]. Piracicaba: Universidade Estadual de Campinas; 2008

Chaiyabutr Y, McGowan S, Phillips KM, Kois JC, Giordano RA. The effect of hydrofluoric acid surface treatment and bond strength of a zirconia veneering ceramic. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2008; 100(3):194-202.

Chen L, Suh BI, Kim J, Tay FR. Evaluation of silica-coating techniques for zirconia bonding. *American Journal of Dentistry*. 2011; 24(2):79-84.

de Souza GM, Silva NR, Paulillo LA, De Goes MF, Rekow ED, Thompson VP. Bond strength to high-crystalline content zirconia after different surface treatments. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010; 93(2):318-23.

Guess PC, Zhang Y, Kim JW, Rekow ED, Thompson VP. Damage and reliability of Y-TZP after cementation surface treatment. *J Dent Res*. 2010; 89(6):592-6.

Haddad MF, Rocha EP, Assunção WG. Cementation of prosthetic restorations: from conventional cementation to dental bonding concept. *J Craniofac Surg*. 2011; 22: 952-958.

Kelly JR, Denry I. Stabilized zirconia as a structural ceramic: An overview. *Dental Materials*. 2008; 24: 289-298.

Kim M-J, Kim YK, Kim K-H, Kwon T-Y. Shear bond strengths of various luting cements to zirconia ceramic: surface chemical aspects. *Journal of Dentistry*. 2011; 39(11):795-803.

Komine F, Kobayashi K, Saito A, Fushiki R, Koizumi H, Matsumura H. Shear bond strength between an indirect composite veneering material and zirconia ceramics after thermocycling. *Journal of Oral Science*. 2009; 51(4):629-34.

Kulunk S, Kulunk T, Ural C, Kurt M, Baba S. Effect of air abrasion particles on the bond strength of adhesive resin cement to zirconia core. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2011; 69(2):88-94.

Lindgren J, Smeds J, Sjogren G. Effect of surface treatments and aging in water on bond strength to zirconia. *Operative Dentistry*. 2008; 33(6):675-81.

Martins LM, Lorenzoni FC, Farias BC, Lopes LDS, Bonfante G, Rubo JH. Comportamento biomecânico das cerâmicas odontológicas: revisão. *Cerâmica*. 2010; 56: 148-155.

Matiello RDL. Avaliação da resistência de união de um cimento resinoso a um filme vitrocerâmico depositado em superfície de Y-TZP. Campo Grande; 2010. [Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Saude e Desenvolvimento da Região Centro-Oeste da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].

Matinlinna JP, Lassila LVJ, Vallittu PK. Pilot evaluation of resin composite cement adhesion to zirconia using a novel silane system. *Acta Odontologica Scandinavica*. 2007; 65(1):44-51.

Matinlinna JP, Lassila LV. Enhanced resin-composite bonding to zirconia framework after pretreatment with selected silane monomers. *Dent Mater*. 2011; 27(3):273-80.

May LG, Passos SP, Capelli DB, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Effect of silica coating combined to a MDP-based primer on the resin bond to Y-TZP ceramic. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2010; 95(1):69-74.

Medeiros FR, Chaves CAL, Schalch MV, Cruz CAS. Avaliação mecânica das cerâmicas IPS-Empress 2 e In-Ceram Zircônia. *Cienc Odontol Bras* 2009 jan./mar.; 12 (1): 70-76.

Mirmohammadi H, Aboushelib MNM, Salameh Z, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ. Innovations in bonding to zirconia based ceramics: Part III. Phosphate monomer resin cements. *Dental Materials*. 2010; 26(8):786-92..

Monaco C, Cardelli P, Scotti R, Valandro LF. Pilot evaluation of four experimental conditioning treatments to improve the bond strength between resin cement and Y-TZP ceramic. *J Prosthodont*. 2011; 20(2):97-100.

Moon JE, Kim SH, Lee JB, Ha SR, Choi YS. The effect of preparation order on the crystal structure of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal and the shear bond strength of dental resin cements. *Dent Mater*. 2011; 27(7):651-63.

Nakamura T, Usami H, Ohnishi H, Takeuchi M, Nishida H, Sekino T, et al. The effect of adding silica to zirconia to counteract zirconia's tendency to degrade at low temperatures. *Dental Materials Journal*. 2011;30(3):330-5.

Nóbrega AA. Estudo comparativo da resistência à compressão entre coroa de porcelana aluminizada infiltrada por vidro, coroa de porcelana feldspática e dentes permanentes hígidos [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo; 2009.

Ozcan M, Kerkdijk S, Valandro LF. Comparison of resin cement adhesion to Y-TZP ceramic following manufacturers' instructions of the cements only. *Clin Oral Investig*. 2008a; 12(3):279-82.

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*. 2008b; 27(1):99-104.

Ozcan M, Cura C, Valandro LF. Early bond strength of two resin cements to Y-TZP ceramic using MPS or MPS/4-META silanes. *Odontology*. 2011; 99(1):62-7.

Oyagüe RC, Monticelli F, Toledano M, Osorio E, Ferrari M, Osorio R. Effect of water aging on microtensile bond strength of dual-cured resin cements to pre-treated sintered zirconium-oxide ceramics. *Dent Mater*. 2009; 25(3):392-9.

Papia E, Zethraeus J, Ransbäck PA, Wennerberg A, Vult von Steyern P. Impaction-modified densely sintered yttria-stabilized tetragonal zirconium dioxide: Methodology, surface structure, and bond strength. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2012; 100B(3):677-84.

Passos SP, May LG, Barca DC, Ozcan M, Bottino MA, Valandro LF. Adhesive quality of self-adhesive and conventional adhesive resin cement to Y-TZP ceramic before and after aging conditions. *Operative Dentistry*. 2010; 35(6):689-96.

Piasek JR, Wolter SD, Stoner BR. Development of a novel surface modification for improved bonding to zirconia. *Dental Materials*. 2011; 27(5):E99-E105.

Scherrer SS, Cattani-Lorente M, Vittecoq E, de Mestral F, Griggs JA, Wiskott HW. Fatigue behavior in water of Y-TZP zirconia ceramics after abrasion with 30 μ m silica-coated alumina particles. *Dent Mater*. 2011; 27(2):e28-42.

Schmid-Schwap M, Graf A, Preinerstorfer A, Watts DC, Piehslinger E, Schedle A. Microleakage after thermocycling of cemented crowns—A meta-analysis. *Dental materials*. 2011; 27:855–869.

Senyilmaz DP, Palin WM, Shortall ACC, Burke FJT. The effect of surface preparation and luting agent on bond strength to a zirconium-based ceramic. *Operative Dentistry*. 2007; 32(6):623-30.

Smith RL, Villanueva C, Rothrock JK, Garcia-Godoy CE, Stoner BR, Piascik JR, et al. Long-term microtensile bond strength of surface modified zirconia. *Dental Materials*. 2011; 27(8):779-85.

Tanaka R, Fujishima A, Shibata Y, Manabe A, Miyazaki T. Cooperation of phosphate monomer and silica modification on zirconia. *Journal of Dental Research*. 2008; 87(7):666-70.

Valandro LF, Ozcan M, Amaral R, Vanderlei A, Bottino MA. Effect of testing methods on the bond strength of resin to zirconia-alumina ceramic: microtensile versus shear test. *Dental Materials Journal*. 2008; 27(6):849-55.

Xie ZG, Meng XF, Xu LN, Yoshida K, Luo XP, Gu N. Effect of air abrasion and dye on the surface element ratio and resin bond of zirconia ceramic. *Biomedical Materials*. 2011; 6:1-7.

Yang B, Barloi A, Kern M. Influence of air-abrasion on zirconia ceramic bonding using an adhesive composite resin. *Dent Mater*. 2010; 26(1):44-50.

Yun JY, Ha SR, Lee JB, Kim SH. Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic. *Dent Mater*. 2010; 26(7):650-8.

Zhang W, Masumi SI, Song XM. Bonding property of two resin-reinforced glass-ionomer cements to zirconia ceramic. Quintessence International. 2010; 41(7):e132-40.

APÊNDICE A - Estudos incluídos

Quadro 1 - estudos incluídos - 2012

Autor	Ano	Periódico	Título
Akyil <i>et al.</i>	2010	Photomedicine and Laser Surgery	Bond strength of resin cement to yttrium-stabilized tetragonal zirconia ceramic treated with air abrasion, silica coating, and laser irradiation
Amaral <i>et al.</i>	2008	Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials	Effect of conditioning methods on the microtensile bond strength of phosphate monomer-based cement on zirconia ceramic in dry and aged conditions
Behr <i>et al.</i>	2011	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials	The bond strength of the resin-to-zirconia interface using different bonding concepts
Blatz <i>et al.</i>	2010	Quintessence International	Influence of surface treatment and simulated aging on bond strengths of luting agents to zirconia
de Souza <i>et al.</i>	2010	Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials	Bond strength to high-crystalline content zirconia after different surface treatments
Komine <i>et al.</i>	2009	Journal of Oral Science	Shear bond strength between an indirect composite veneering material and zirconia ceramics after thermocycling
Lindgren <i>et al.</i>	2008	Operative dentistry	Effect of surface treatments and aging in water on bond strength to zirconia
Matinlinna <i>et al.</i>	2007	Acta Odontologica Scandinavica	Pilot evaluation of resin composite cement adhesion to zirconia using a novel silane system
Matinlinna <i>et al.</i>	2011	Dental materials	Enhanced resin-composite bonding to zirconia framework after pretreatment with selected silane monomers
May <i>et al.</i>	2010	Journal of Biomedical Materials Research. Part B, Applied Biomaterials	Effect of silica coating combined to a MDP-based primer on the resin bond to Y-TZP ceramic
Moon <i>et al.</i>	2011	Dental materials	The effect of preparation order on the crystal structure of yttria-stabilized tetragonal zirconia polycrystal and the shear bond strength of dental resin cements
Oyague <i>et al.</i>	2009	Dental materials	Effect of water aging on microtensile bond strength of dual-cured resin cements to pre-treated sintered zirconium-oxide ceramics

APÊNDICE A - Estudos incluídos - continuação

Quadro 1 - continuação

Autor	Ano	Periódico	Título
Ozcan <i>et al.</i>	2011	Odontology/The Society of the Nippon Dental University	Early bond strength of two resin cements to Y-TZP ceramic using MPS or MPS/4-META silanes
Ozcan ^a <i>et al.</i>	2008	Clinical Oral Investigations	Comparison of resin cement adhesion to Y-TZP ceramic following manufacturers' instructions of the cements only
Ozcan ^b <i>et al.</i>	2008	Dental materials journal	Effect of various surface conditioning methods on the adhesion of dual-cure resin cement with MDP functional monomer to zirconia after thermal aging
Papia <i>et al.</i>	2012	J Biomed Mater Res B Appl Biomater	Impaction-modified densely sintered yttria-stabilized tetragonal zirconium dioxide: Methodology, surface structure, and bond strength
Passos <i>et al.</i>	2010	Operative dentistry	Adhesive quality of self-adhesive and conventional adhesive resin cement to Y-TZP ceramic before and after aging conditions
Senyilmaz <i>et al.</i>	2007	Operative dentistry	The effect of surface preparation and luting agent on bond strength to a zirconium-based ceramic
Smith <i>et al.</i>	2011	Dental materials	Long-term microtensile bond strength of surface modified zirconia
Yun <i>et al.</i>	2010	Dental materials	Effect of sandblasting and various metal primers on the shear bond strength of resin cement to Y-TZP ceramic
Zhang <i>et al.</i>	2010	Quintessence International	Bonding property of two resin-reinforced glass-ionomer cements to zirconia ceramic

APÊNDICE B - Estudos excluídos após leitura do texto na íntegra

Quadro 2 - Estudos excluídos após leitura do texto na íntegra

Autor	Ano	Motivo da exclusão
Aboushelib <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Aboushelib <i>et al.</i>	2009	não é aleatório
Aboushelib <i>et al.</i>	2010	não é aleatório
Aboushelib <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Aboushelib <i>et al.</i>	2007	não é aleatório
Akgungor <i>et al.</i>	2008	pesquisou adesão em pinos de zircônia
Alex Gary <i>et al.</i>	2008	estudo de revisão de literatura
Amaral <i>et al.</i>	2006	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Atsu <i>et al.</i>	2006	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Attia A	2011	estuda efeito da limpeza ultrassônica na adesão, não é aleatório
Attia ^a e Kern	2011	não é aleatório
Attia ^b e Kern	2011	não é aleatório
Attia ^c e Kern	2011	não é aleatório
Blatz <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Casucci <i>et al.</i>	2011	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Casucci <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Casucci <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Cavalcanti ^a <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Cavalcanti ^b <i>et al.</i>	2009	avaliou o efeito do tratamento de superfície sobre a zircônia, sem avaliação da adesão
Chai <i>et al.</i>	2011	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Chaiyabutr <i>et al.</i>	2008	estuda efeito do ácido fluorídrico na zircônia, a resistência a flexão, substrato esmalte
D'amario <i>et al.</i>	2010	não é aleatório
de Oyague <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Della Bona <i>et al.</i>	2009	não estuda adesão da zircônia
Della Bona <i>et al.</i>	2007	sem teste de envelhecimento
Derand <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento
Derand <i>et al.</i>	2005	ano anterior a 2007
Dias de Souza	2011	não é aleatório
Doi <i>et al.</i>	2011	não estuda adesão da zircônia
Donassollo <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento
Ernst <i>et al.</i>	2009	usa como substrato dente humano
Ersu <i>et al.</i>	2009	usa como substrato molares humanos, sem teste de envelhecimento
Foxton <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Guazzato ^a <i>et al.</i>	2005	ano anterior a 2007
Guazzato ^b <i>et al.</i>	2005	ano anterior a 2007
Heikkinen <i>et al.</i>	2007	não é aleatório

Quadro 2 - Continuação

Autor	Ano	Motivo da exclusão
Ikemura ^a <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Ikemura ^b <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Ikemura ^c <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Jevnikar <i>et al.</i>	2010	não é aleatório
Kawai <i>et al.</i>	2011	sem teste de envelhecimento
Kern <i>et al.</i>	2009	não é aleatório
Kim ^a <i>et al.</i>	2005	ano anterior a 2007
Kim ^b <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Kim ^c <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Kitayama ^a <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento
Kitayama <i>et al.</i>	2009	não é aleatório
Kitayama ^b <i>et al.</i>	2010	não é aleatório
Kobayashi <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento
Koizumi <i>et al.</i>	2012	artigo ainda não publicado
Kulunk <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Kumbuloglu <i>et al.</i>	2006	ano anterior a 2007
Kuriyama <i>et al.</i>	2011	não é aleatório
Lee <i>et al.</i>	2011	usa como substrato dente humano
Lehmann e Kern	2009	não é aleatório
Lin <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento
Lohbauer <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento
Lung <i>et al.</i>	2010	não é aleatório
Luthy <i>et al.</i>	2006	ano anterior a 2007
Magne <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento
Matinlinna <i>et al.</i>	2006	ano anterior a 2007
Meng <i>et al.</i>	2011	artigo não encontrado
Mirmohammadi ^a	2010	sem teste de envelhecimento
	2010	usou como envelhecimento hipoclorito de sódio
Mirmohammadi ^b <i>et al.</i>	2010	estudou resistência a fratura
Mirmohammadi ^c <i>et al.</i>		
Monaco <i>et al.</i>	2011	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Murahara <i>et al.</i>	2007	idioma japonês
Nakamura <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Nakayama <i>et al.</i>	2010	não é aleatório
Nishigawa <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Noda <i>et al.</i>	2010	não estuda adesão da zircônia
Nothdurft <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Ntala <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Ozkurt <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento, não é aleatório

Quadro 2 - Continuação

Autor	Ano	Motivo da exclusão
Palacios <i>et al.</i>	2006	ano anterior a 2007
Paranhos <i>et al.</i>	2011	sem teste de envelhecimento
Phark ^a <i>et al.</i>	2009	não é aleatório
Phark ^b <i>et al.</i>	2009	não é aleatório
Piascik ^a <i>et al.</i>	2011	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Piascik ^b <i>et al.</i>	2011	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Piascik <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento
Qebrawi <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Quaas <i>et al.</i>	2007	estuda efeito da limpeza ultrassônica na adesão, não é aleatório
Re <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Scherrer <i>et al.</i>	2011	não estuda adesão da zircônia
Shanin e Kern	2010	usa como substrato dente humano
Spohr <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento
Tanaka <i>et al.</i>	2008	não é aleatório
Torres <i>et al.</i>	2009	sem teste de envelhecimento, não é aleatório
Tsukakoshi <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento
Tsuo <i>et al.</i>	2006	ano anterior a 2007
Ural ^a <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento
Ural ^b <i>et al.</i>	2010	sem teste de envelhecimento
Valandro <i>et al.</i>	2008	sem teste de envelhecimento
Watanabe <i>et al.</i>	2008	não é aleatório
Wolfart <i>et al.</i>	2007	não é aleatório
Xie <i>et al.</i>	2008	não é aleatório
Yang <i>et al.</i>	2010	não é aleatório
Yoshida <i>et al.</i>	2006	ano anterior a 2007
Zhang e Degrange	2010	usa como substrato dente humano

APÊNDICE C - Detalhes da metodologia dos estudos incluídos

Quadro 3 - Detalhes da metodologia dos estudos incluídos - 2012

Número do estudo/Autor	Ano	Tipo de zircônia	Envelhecimento	N. de corpos de prova por grupo	Tipo de tratamento de superfície	Tipo de cimento	Teste mecânico
1 Akyil <i>et al.</i>	2010	Copran, White Peaks Dental Systems	TC	16	jateam. Al ₂ O ₃ partículas com 110µm, SC (Cojet), Laser Er:YAG, laser Nd:YAG, laser CO ₂ , e associação do jateam. com os 3 tipos de laser	Clearfil Esthetic Cement	CS
2 Amaral <i>et al.</i>	2008	In-Ceram Zirconia Classic, Vita	TC	50	jateam. Al ₂ O ₃ com 110 µm, SC (Rocatec e Cojet)	Panavia F	MT
3 Behr <i>et al.</i>	2011	Cercon base Degudent, Hanau	TC	8	jateam. Al ₂ O ₃ com 110 µm e aplicação do silano Metal primer	Calibra, Maxcem, Multilink, G-Cem, Panavia F, RelyX Unicem, Variolink II	CS e MT
4 Blatz <i>et al.</i>	2010	Katana, Noritake	TC	60	jateam. Al ₂ O ₃ partículas com 50µm ou sem tratamento	BisCem, Maxcem, G-Cem, RelyX Unicem Clicker, RelyX Unicem App. e Clearfil SA Cement	CS
5 de Souza <i>et al.</i>	2010	Lava, 3M ESPE	TC	3	aplicação de 2 tipos de primers: um contendo MDP e outro contendo MDP + VBATDT	RelyX Unicem e Panavia F	MT
6 Komine <i>et al.</i>	2009	Katana, Noritake	TC	8	jateam.com Al ₂ O ₃ partículas com 50µm e aplicação dos primers: All Bond 2 Primer B, Alloy Primer, AZ Primer, Estenia Opaque Primer e Porcelain Liner M Liquid A	Estenia C&B	CS

APÊNDICE C - Detalhes da metodologia dos estudos incluídos - continuação

Quadro 3 - Continuação

Autor	Ano	Tipo de zircônia	Envelhecimento	N. de corpos de prova por grupo	Tipo de tratamento de superfície	Tipo de cimento	Teste mecânico
7 Lindgren <i>et al.</i>	2008	Denzir Cad.esthetics AB	armazenamento em água 37°C por 180 dias no escuro	10	jateam. Al ₂ O ₃ com 110 µm e aplicação de Metal ou Ceramic primers	RelyX Unicem	CS
8 Matinlinna <i>et al.</i>	2007	Procera AllZircon	TC	10	SC (Rocatec), jateam. Al ₂ O ₃ partículas com 50µm, e os silanos: 1.0 vol% 3-methacryloyloxypropyltrimethoxysilane ou 1.0 vol% 3-mercaptopropyltrimethoxysilane ou suas misturas com 1.0 vol% 1,2-bis- (triethoxysilyl) etano	RelyX ARC	CS
9 Matinlinna <i>et al.</i>	2011	Procera AllZircon	TC	12	SC (Rocatec), e silanizadas com 1.0% (v/v) 3-acryloxypropyltrimethoxysilane, 3-glycidioxypropyltrimethoxysilane, 3-methacryloxypropyltrimethoxysilane, styrylethyltrimethoxysilane e 3-isocyanatopropyltriethoxysilane, 95% etanol (pH 4.5)	Rely Unicem	CS
10 May <i>et al.</i>	2010	In Ceram YZ, Vita	TC	12	limpeza com isopropanol, SC (Cojet), aplicação de MDP primer e ESPE-Sil	Panavia F	CS
11 Moon <i>et al.</i>	2011	Rainbow, Dentium	TC	10	jateam. Al ₂ O ₃ com 70 µm antes e após o processo de sinterização	Clearfil SA Luting Cement, Zirconite, Superbond C&B, RelyX Unicem e Multilink	CS

APÊNDICE C - Detalhes da metodologia dos estudos incluídos - continuação

Quadro 3 - Continuação							
Autor	Ano	Tipo de zircônia	Envelhecimento	N. de corpos de prova por grupo	Tipo de tratamento de superfície	Tipo de cimento	Teste mecânico
12 Oyague <i>et al.</i>	2009	Cercon Zirconia, Dentsply	armazenamento em água a 37°C por 6 meses	6	SC (com partículas modificadas por sílica 50 µm Al ₂ O ₃) e jateam. Al ₂ O ₃ partículas com 125µm	Clearfil Esthetic Cement, RelyX Unicem, Calibra	MT
13 Ozcan <i>et al.</i>	2011	Lava, 3M ESPE	armazenamento em água a 37°C por 3 meses no escuro	10	Sc (Cojet), jateam. com Al ₂ O ₃ 50 µm e aplicação dos silanos ESPE-Sil, Porcelain Liner	Superbond C&B e Panavia F	CS
14 Ozcan ^a <i>et al.</i>	2008	Lava, 3M ESPE	TC	10	jateam. Al ₂ O ₃ partículas com 50µm	Panavia F, Multilink, Superbond e Quadrante Posterior Densite	CS
15 Ozcan ^b <i>et al.</i>	2008	Lava, 3M ESPE	TC	10	SC (Rocatec e Silano-Pen), jateam. Al ₂ O ₃ 50µm e aplicação de ESPE-Sil, Alloy primer, Cesead II Op Primer, Bredent	Panavia F	CS
16 Papia <i>et al.</i>	2012	DuceramVR Plus, Degudent	TC	8	superfícies modificadas por impactação criada por grânulos de vidro; superfícies modificadas por impactação criada pelo uso de grânulos de polímero; e superfícies controle não modificadas	Variolink II e Panavia F	CS
17 Passos <i>et al.</i>	2010	In-Ceram YZ, Vita	TC	12	SC (Cojet) e limpeza com 96% de isopropanol	Panavia F. Variolink II, RelyX Unicem e Maxcem	CS

APÊNDICE C - Detalhes da metodologia dos estudos incluídos - continuação

Quadro 3 - Continuação							
Autor	Ano	Tipo de zircônia	Envelhecimento	N. de corpos de prova por grupo	Tipo de tratamento de superfície	Tipo de cimento	Teste mecânico
18 Senyilmaz <i>et al.</i>	2007	Lava, 3M ESPE	TC	10	jateam. Al ₂ O ₃ com 110 µm e SC (Cojet)	Panavia F, RelyX Unicem e Maxcem	CS
19 Smith <i>et al.</i>	2011	ProCAD, Ivoclar Vivadent	armazenamento em água 37°C por 1, 3 e 6 meses	8, 6 e 5	SC (Cojet), ácido fluorídrico 5%, aplicação dos silanos: Monobond primer, Metal/Zircônia primer; tratamento deposição do vapor de sílica com aplicação de camada de 3.2 nm + silano, tratamento deposição do vapor de sílica 5.8 nm + silano, tratamento deposição do vapor de sílica 30.4 nm + silano	Clearfil Esthetic Cement	MT
20 Yun <i>et al.</i>	2010	Rainbow, Dentium	TC	10	jateam. Al ₃ O ₂ partículas com 90µm e aplicação de 3 metal primers: Alloy primer, V-primer e Metaltite	Panavia F, M Bond e Superbond C&B	CS
21 Zhang <i>et al.</i>	2010	Cercon zirconia ceramic, Dentsply	TC	20	jateam. Al ₃ O ₂ partículas com 110µm	RelyX Luting, Fuji Plus e Panavia F	CS

APÊNDICE D - Detalhes do procedimento de termociclagem

Quadro 4 - Detalhes do procedimento de termociclagem - 2012

Autor	Ano	Armazenamento em água	°C	Dias	Ciclos	Mínima (°C)	Máxima (°C)	Tempo transf. (s)	Tempo permanência (s)
Akyil <i>et al.</i>	2010	destilada	37	1	500	5	55	...	30
Amaral <i>et al.</i>	2010	destilada	37	150	6	5	55	2	30
Behr <i>et al.</i>	2011	destilada	37	1	12000	5	55	...	120
Blatz <i>et al.</i>	2010	deionizada	...	...	20000	5	60	...	15
de Souza <i>et al.</i>	2010	deionizada	37	60	5000	5	55	...	30
Komine <i>et al.</i>	2009	destilada	37	1	5000	5	55	...	60
Matinlinna <i>et al.</i>	2007	deionizada	...	...	6000	5	55	2	30
Matinlinna <i>et al.</i>	2011	deionizada	...	...	6000	5	55	2	30
May <i>et al.</i>	2010	destilada	37	1	12000	...	...	...	...
Moon <i>et al.</i>	2011	destilada	37	1	5000	5	55	2	30
Ozcan ^a <i>et al.</i>	2008	deionizada	...	...	6000	5	55	2	30
Ozcan ^b <i>et al.</i>	2008	deionizada	37	1	6000	5	55	2	30
Papia <i>et al.</i>	2012	...	...	...	5000	5	55	10	60m e 20
Passos <i>et al.</i>	2010	destilada	37	90	12000	5	55	...	...
Senyilmaz <i>et al.</i>	2007	destilada	37	1	1000	4	65	70	5
Yun <i>et al.</i>	2010	destilada	37	1	5000	5	55	2	30
Zhang <i>et al.</i>	2010	destilada	37	1	20000	5	55	...	...