

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
CENTRO INTEGRADO DE SAÚDE
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Clarice de Araújo Oliveira

**A INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA ADESÃO DE
CERÂMICAS VÍTREAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Juiz de Fora

2023

CLARICE DE ARAÚJO OLIVEIRA

**A INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE NA ADESÃO DE
CERÂMICAS VÍTREAS: UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Monografia apresentada à Disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como parte dos requisitos para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Profa. Dra. Fabíola Pessôa Pereira Leite

Juiz de Fora

2023

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Clarice de Araújo.

A influência do tratamento de superfície na adesão de cerâmicas vítreas : uma revisão da literatura / Clarice de Araújo Oliveira. -- 2023.

58 f.

Orientadora: Fabíola Pessôa Pereira Leite
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia, 2023.

1. Cerâmica. 2. Cimentação. 3. Tratamento. 4. Superfície. I. Leite, Fabíola Pessôa Pereira, orient. II. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
REITORIA - FACODONTO - Coordenação do Curso de Odontologia

CLARICE DE ARAÚJO OLIVEIRA

**A influência do tratamento de superfície na adesão de cerâmicas vítreas: uma
revisão da literatura**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Odontologia da
Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título
de Cirurgião-Dentista.

Aprovada em 02 de agosto de 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Fabíola Pessoa Pereira Leite
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Ma. Mariella Agostinho Gonçalves Lourenço
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Me. Rafael de Almeida Spinelli Pinto
Universidade Federal de Juiz de Fora

DEDICATÓRIA

Dedico essa monografia aos meus pais, Luiz Gonzaga Paiva Oliveira e Sandra Márcia de Araújo Oliveira, pelo apoio, carinho e motivação. Sem vocês nada seria possível! A professora Fabíola Pessôa Pereira Leite e a mestrandia Larissa Costas Freitas por me orientarem na execução desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, o responsável pela minha conquista! A Ele toda minha gratidão e meu amor para todo o sempre!

Aos meus pais, Luiz Gonzaga Paiva Oliveira e Sandra Márcia de Araújo Oliveira, por todo amor, esforço e dedicação dados a mim por toda a vida. Com toda a distância, saudades e dificuldades, sempre me senti abraçada e segura. Obrigada pelo amor incondicional e por toda a compreensão.

A minha irmã, Ana Luiza de Araújo Oliveira, obrigada pelo apoio e pela inspiração em cursar Odontologia.

Aos meus avós por todo carinho e amor demonstrados ao longo de minha vida.

A orientadora Professora Doutora Fabíola Pessôa Pereira Leite e a mestranda Larissa Costa Freitas, pela compreensão e conhecimento, e pela disposição em ajudar sempre que precisei.

Aos meus professores que me transmitiram sua sabedoria e princípios. Que me ensinaram muito mais do que a Odontologia, demonstraram o amor pela nossa profissão.

Aos meus amigos, por terem compartilhado essa caminhada comigo sempre fazendo os dias serem melhores.

A todos os funcionários da Faculdade de Odontologia que direta ou indiretamente me auxiliaram no decorrer do curso.

OLIVEIRA, C. A. **A influência do tratamento de superfície na adesão de cerâmicas vítreas: uma revisão da literatura**. Juiz de Fora (MG), 2023. 58f. Monografia (Curso de graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Juiz de fora.

RESUMO

O sucesso a longo prazo das restaurações de cerâmica pura depende da adesão entre o material cerâmico e a estrutura do dente, sendo de suma importância a seleção correta do tratamento de superfície. Foi realizada uma revisão da literatura para avaliar o melhor protocolo de tratamento para a superfície de cerâmicas vítreas, a fim de proporcionar uma adequada adesão do material restaurador. Para isso, utilizou-se artigos científicos disponíveis na base de dados *PubMed*, usando os seguintes descritores: “Condicionamento ácido”, “Adesão”, “Cerâmica”, “Cimentação”, “Superfície” e “Tratamento”. A ligação cerâmica-cimento-dente estará sujeita a um ambiente complexo na cavidade oral, sendo influenciada por vários fatores extrínsecos, como mudança de temperatura, saliva, ingestão diária de alimentos e bebidas, força de mordida e outros hábitos. Para alcançar uma boa qualidade de adesão é importante considerar o tipo de cerâmica, as características da superfície e as propriedades mecânicas desejadas, para assim escolher o melhor protocolo de condicionamento. Concluiu-se que o tratamento de superfície com ácido fluorídrico e silano ainda é considerado o padrão ouro para as vitrocerâmicas, entretanto, o primer cerâmico autocondicionante apresenta resultados promissores.

PALAVRAS-CHAVE: cerâmica, cimentação, superfície, tratamento.

OLIVEIRA, C. A. ***The influence of surface treatment on the adhesion of glass ceramics: a literature review.*** Juiz de Fora (MG), 2023. 58f. Monograph (Undergraduate Dentistry Course) – Faculty of Dentistry, Federal University of Juiz de Fora.

ABSTRACT

The long-term success of all-ceramic restorations depends on the adhesion between the ceramic material and the tooth structure, and the correct selection of surface treatment is of paramount importance. A literature review was carried out to evaluate the best treatment protocol for the surface of glass ceramics, in order to provide adequate adhesion of the restorative material. For this, scientific articles available in the PubMed database were used, using the following descriptors: “Acid etching”, “Adhesion”, “Ceramics”, “Cementation”, “Surface” and “Treatment”. The ceramic-cement-tooth connection will be subject to a complex environment in the oral cavity, being influenced by several extrinsic factors, such as temperature change, saliva, daily intake of food and drink, bite force and other habits. To achieve good adhesion quality, it is important to consider the type of ceramic, the surface characteristics and the desired mechanical properties, in order to choose the best etching protocol. It was concluded that the surface treatment with hydrofluoric acid and silane is still considered the gold standard for glass ceramics, however, the self-etching ceramic primer shows promising results.

KEYWORDS: *ceramics, cementation, surface, treatment.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC	Adesivo convencional
AF	Ácido fosfórico
AU	Adesivo universal multimodo
CAD/CAM	Cerâmicas de projeção/fabricação auxiliadas por computador
C _{cf}	Carga cíclica até a falha
CJ	Jateamento CoJet
CONT	Contaminações
CTRL	Controle
DL	Dissilicato de lítio
DLZ	Dissilicato de lítio reforçado com zircônia
EED	Espectroscopia de raios-x de energia dispersiva
EM	E-max
EMX	IPS e-max Press
EST	IPS Empress Esthetic
FEL	Feldspática
HF	Ácido fluorídrico
HFMP	Ácido fluorídrico 4,8% seguido de Monobond plus
IQ	Interação química
JÁ	Jateamento de óxido de alumínio
LEU	Cerâmica feldspática reforçada com cristais de leucita
MEP	Monobond Etch & Prime
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
MFA	Microscópio de força atômica
MP	Monobond Plus
PC	Padrão de condicionamento
PCA	Primer cerâmico autocondicionante
RS	Rugosidade de superfície
RSC	Resina sem carga
RT	Resistência à tração
RUC	Resistência de união ao cisalhamento
μRUC	Resistência de união ao microcisalhamento

μRUT	Resistência de união à microtração
SET	Sem tratamento
S	Silano
SIL	Silanização
ST	Silicatização triboquímica
TC	Termociclagem
TS	Tratamento de superfície
VE	Vita Enamic
VM	Vita Mark II
ZR	Zircônia

LISTA DE SÍMBOLOS

+	Mais
±	Mais ou menos
=	Igual
>	Maior que
<	Menor que
%	Por cento
α	Nível de significância
®	Marca registrada
∅	Diâmetro
°C	Graus celsius
μm	Micrometro
bar	Unidade de pressão
Kgf	Quilograma-força
MPa	Mega pascal
mm	Milimetro
min	Minuto
n	Número
N	Newton
s	Segundo
p	Probabilidade de significância
Hz	Hertz
3D	Tridimensional
Al ₂ O ₃	Óxido de alumínio
H ₃ PO ₄	Ácido Fosfórico
SiO ₂	Óxido de silício
SiF ₄	Tetrafluoreto de silício
H ₂ O	Água
C	Carbono
Si	Silício
K	Potássio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROPOSIÇÃO	13
3 REVISÃO DE LITERATURA	14
4 DISCUSSÃO.....	49
5 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS.....	55

1 INTRODUÇÃO

As cerâmicas vítreas são materiais amplamente utilizados na prática odontológica, devido à biocompatibilidade e propriedades mecânicas e estéticas que simulam a aparência da dentição natural (COLOMBO, MURILLO-GOMEZ, GOES, 2019; DONMEZ, OKUTANM YUCEL, 2020; MURILLO-GÓMEZ, GOES, 2019). O sucesso a longo prazo das restaurações de cerâmica pura depende da adesão entre o material cerâmico e a estrutura do dente (EL-DAMANHOURY, GAINANTZOPOULOU, 2017; VENTURINI et al., 2017). Essa união depende do material restaurador e da seleção correta do tratamento de superfície, além de um adesivo resinoso adequado (EL-DAMANHOURY, GAINANTZOPOULOU, 2017; STRASSER et al., 2018).

O principal objetivo do tratamento de superfície da cerâmica é induzir microrugosidades, que são fundamentais para uma ligação estável, além de aumentar a energia superficial e formar uma superfície quimicamente ativa para o adesivo e o cimento resinoso (SOUZA et al., 2020). Porém, tratamentos de superfície exacerbados impactam negativamente a adesão cerâmica, devido à destruição excessiva da matriz vítrea, que resulta em fragilidade do material e, tratamentos de superfície insuficientes, não são capazes de promover retenção adequada na superfície cerâmica, dificultando a penetração do cimento resinoso (COLOMBO, MURILLO-GOMEZ, GOES, 2019; MONTEIRO et al., 2017).

Devido aos diferentes tipos de composição de cerâmicas, desenvolveram-se diferentes protocolos para adesão. (COLOMBO, MURILLO-GOMEZ, GOES, 2019). Para as cerâmicas vítreas, o tratamento considerado padrão ouro, é o condicionamento com ácido fluorídrico (HF) seguido pela aplicação de silano (AZEVEDO et al., 2021; STRASSER et al., 2018), em que o ácido fluorídrico ataca seletivamente a fase vítrea expondo a sílica (SiO_2) e produz alterações morfológicas que contribuem para a adesão do cimento resinoso à vitrocerâmica. Posteriormente, o agente de acoplamento silano é aplicado para reagir quimicamente com a sílica exposta na cerâmica pela formação de uma ligação covalente de siloxano (Si-O-Si) entre a cerâmica e o cimento resinoso (AZEVEDO et al., 2021). No entanto, existem controvérsias quanto à concentração e duração do condicionamento ácido (DONMEZ, OKUTAN, YUCEL, 2020). Além disso, o ácido fluorídrico tem sido questionado devido

ao risco de degradação excessiva da matriz vitrocerâmica e aos seus efeitos nocivos à saúde humana. (LIMA et al., 2020; PRADO et al., 2018; SOUZA et al., 2020).

Com isso, outros tratamentos de superfície foram estudados como alternativa ao tratamento convencional com HF. As etapas de condicionamento ácido e silanização foram combinadas em um agente de etapa única, o primer cerâmico autocondicionante (PCA), que contém um grupo metacrilato de silano e um sal ácido (polifluoreto de amônio) capaz de criar um padrão áspero para retenção micromecânica (AZEVEDO et al., 2021; DONMEZ, OKUTANM YUCEL, 2020). Assim, o PCA simplifica a cimentação de vitrocerâmicas, uma vez que o condicionamento HF e a silanização não são necessários (AZEVEDO et al., 2021; MURILLO-GÓMEZ, GOES, 2019) e, além disso, é uma substância com menor toxicidade (EL-DAMANHOURY, GAINANTZOPOULOU, 2017). No entanto, devido à existência de diferentes tipos de vitrocerâmicas, é importante avaliar se a PCA prepararia adequadamente a superfície antes da cimentação (AZEVEDO et al., 2021; DONMEZ, OKUTANM YUCEL, 2020; TRIBST et al., 2018).

Outro método de tratamento de superfície seria o jateamento com partículas de óxido de alumínio (Al_2O_3) responsável por produzir rugosidade superficial que promove a retenção mecânica ao cimento resinoso, sendo um método utilizado em laboratórios para lixar e limpar a superfície interna da cerâmica (BORGES et al., 2003; LIMA et al., 2020). Silicatização (jateamento de Al_2O_3 partículas revestidas com sílica), por sua vez, promove a formação de rugosidade e a deposição de sílica na superfície cerâmica, tornando-a quimicamente reativa para a adesão do cimento resinoso através do silano (LIMA et al., 2020). No entanto, a adesão promovida por esses dois últimos tratamentos têm apresentado resultados controversos na literatura (BOMICKE et al., 2019; LIMA et al., 2020; SATO et al., 2016).

Uma vez que o prognóstico das restaurações cerâmicas está diretamente ligado a adesão do material cerâmico ao substrato dentário, torna-se necessário conhecer qual seria o tratamento de superfície adequado para cada tipo cerâmico, a fim de proporcionar qualidade de adesão sem prejudicar a estrutura vítrea da cerâmica. Há muitos trabalhos que descrevem a atuação do HF, mas com o crescente uso das cerâmicas odontológicas, aumentaram também as pesquisas com outras opções de metodologia. Assim, o objetivo do presente estudo foi revisar a literatura para avaliar o melhor protocolo de tratamento para a superfície de cerâmicas vítreas, a fim de proporcionar uma adequada adesão do material restaurador.

2 PROPOSIÇÃO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar, de acordo com a literatura recente, a eficiência dos protocolos atuais de tratamento de superfície para as cerâmicas vítreas, a fim de destacar o melhor protocolo clínico para uma adequada adesão destes materiais na prática diária do cirurgião-dentista.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar se o protocolo utilizando o condicionamento com ácido fluorídrico e silano é a melhor opção para a cimentação de vitrocerâmicas, além de averiguar qual a melhor concentração e o melhor tempo de condicionamento do ácido fluorídrico.
- Avaliar se o protocolo com primer cerâmico autocondicionante é tão eficiente quanto a cimentação convencional de vitrocerâmicas.
- Avaliar se o protocolo com jateamento de óxido de alumínio apresenta bons resultados para a cimentação de vitrocerâmicas.
- Avaliar se o protocolo utilizando silicatização triboquímica é indicado para a cimentação de vitrocerâmicas.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A pesquisa foi realizada através do portal www.periodicos.capes.gov.br, utilizando a base de dados MEDLINE/Pubmed (via *National Library of Medicine*). Os descritores utilizados na sessão “assunto” foram: “*Acid Etching*”, “*Adhesion*”, “*Ceramics*”, “*Cementation*”, “*Surface*” e “*Treatment*”. Outro critério adotado para a busca foi a data de publicação – “Últimos 10 anos”, de modo que pudesse dar um contexto atual a revisão, porém, artigos mais antigos relevantes para a discussão foram incluídos. Dessa forma, foram selecionados 34 artigos considerados importantes dentro do assunto abordado.

Borges et al. (2003) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a topografia da superfície de 6 cerâmicas após o tratamento com ácido fluorídrico ou abrasão por jateamento de óxido de alumínio. Para isso, foram fabricadas cinco espécimes de IPS Empress, IPS Empress 2 (0,8 mm de espessura), Cergogold (0,7 mm de espessura), In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia e Procera (0,8 mm de espessura). Cada espécime foi seccionado longitudinalmente em 4 partes iguais por um disco diamantado. As seções resultantes foram então divididas aleatoriamente em 3 grupos, dependendo dos tratamentos de superfície subsequentes: Grupo 1, espécimes sem tratamentos de superfície adicionais, recebidos do laboratório (controle); Grupo 2, espécimes tratados pelo uso de abrasão por jateamento de óxido de alumínio com 50µm óxido de alumínio; e Grupo 3, espécimes tratados com condicionamento com ácido fluorídrico a 10% (20 segundos para IPS Empress 2; 60 segundos para IPS Empress e Cergogold; e 2 minutos para In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia e Procera). A abrasão por jateamento de óxido de alumínio mudou a superfície morfológica das cerâmicas IPS Empress, IPS Empress 2 e Cergogold. Para a Procera, o 50µm abrasão por jateamento de óxido de alumínio produziu uma superfície achatada. A abrasão por jateamento de óxido de alumínio de In-Ceram Alumina e In-Ceram Zirconia não alterou as características morfológicas e os mesmos pits rasos encontrados no grupo controle permaneceram. Para o IPS Empress 2, o condicionamento com ácido fluorídrico a 10% produziu cristais alongados espalhados com irregularidades superficiais. Para IPS Empress e Cergogold, a característica morfológica foi de favo de mel na superfície cerâmica. O tratamento superficial de In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia e Procera não alterou sua estrutura superficial. A

eficiência do tratamento de superfície é altamente dependente da composição da cerâmica. Dessa forma, tanto o condicionamento com ácido fluorídrico quanto a abrasão por partículas aerotransportadas promoveram irregularidades em IPS Empress, IPS Empress 2 e Cergogold. Essas irregularidades podem ser úteis para melhorar a resistência de união com agentes de cimentação de resina. Os tempos de condicionamento recomendados pelo fabricante e seguidos neste estudo foram de duração suficiente para produzir alteração morfológica dessas cerâmicas. Para In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia e Procera, nem o ácido fluorídrico nem a abrasão por partículas aerotransportadas foram eficazes em aumentar as irregularidades na superfície da cerâmica. O protocolo de condicionamento usado neste estudo (2 minutos) não teve duração suficiente para produzir evidências de alteração morfológica da superfície cerâmica. Conclui-se que o condicionamento com ácido fluorídrico e abrasão por jateamento com óxido de alumínio, sendo essas partículas com 50 μ m óxido de alumínio, aumentou as irregularidades na superfície das cerâmicas IPS Empress, IPS Empress 2 e Cergogold. Tratamento semelhante de In-Ceram Alumina, In-Ceram Zircônia e Procera não alterou sua microestrutura morfológica.

Zogheib et al. (2011) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes tempos de condicionamento ácido na rugosidade de superfície e resistência flexural de uma cerâmica à base de dissilicato de lítio. Para isso, espécimes cerâmicos em forma de barra (16 mm x 2 mm x 2 mm) foram produzidos a partir de blocos cerâmicos. Todos os espécimes foram polidos e limpos em banho de ultrassom em água destilada. Os espécimes foram aleatoriamente divididos em 5 grupos (n=15). Grupo A (controle) sem tratamento. Grupos B-E condicionamento com ácido fluorídrico 4,9% (HF) por 4 diferentes períodos de condicionamento: 20 s, 60 s, 90 s e 180 s, respectivamente. As superfícies condicionadas foram observadas sob microscopia eletrônica de varredura. Perfilometria de superfície foi utilizada para examinar a rugosidade das superfícies condicionadas, e os espécimes foram carregados até a falha pelo teste de flexão três pontos. Os valores foram analisados usando ANOVA um fator e teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Todos os períodos de condicionamento produziram superfícies significativamente mais rugosas do que o grupo controle ($p<0,05$). Os valores de rugosidade aumentaram com o tempo de condicionamento. Os valores médios de resistência à flexão foram (MPa): A=417 \pm 55; B=367 \pm 68; C=363 \pm 84; D=329 \pm 70; e E=314 \pm 62. O condicionamento com HF

reduziu significativamente os valores médios de resistência à flexão conforme o tempo de condicionamento aumentou ($p=0,003$). Concluiu-se que o aumento do tempo de condicionamento ácido influenciou na rugosidade de superfície, visto que houve um aumento na rugosidade da cerâmica em todos os grupos experimentais; além disso, o aumento do tempo de condicionamento influenciou na resistência flexural de uma cerâmica à base de dissilicato de lítio, que diminuiu após o condicionamento com HF, sendo que a razão disso pode ser explicada pela quantidade de fase vítrea envolvendo os cristais de dissilicato de lítio.

Ozcan, Allahbeickaraghi e Dundar (2012) realizaram uma revisão de literatura com o intuito de avaliar as propriedades químicas do ácido fluorídrico (HF), destacar os possíveis efeitos nocivos desse agente e recomendar a abordagem de tratamento para os riscos potenciais. As informações publicadas disponíveis documentadas nos bancos de dados de literatura PubMed, Medline e Picarta foram revisadas. Informações adicionais foram derivadas de relatórios científicos, livros médicos e químicos, manuais, informações sobre produtos, instruções dos fabricantes, sites na Internet dos fabricantes de ácido fluorídrico. Do ponto de vista da química, HF é o ácido inorgânico do flúor elementar. Desde a introdução das cerâmicas à base de vidro e a descoberta dos benefícios da cimentação adesiva na Odontologia, o HF começou a ser usado para condicionar dispositivos restauradores e protéticos. Fortes ligações são formadas entre materiais à base de resina e cerâmicas odontológicas que são atacadas com HF. Isto é baseado na afinidade do fluoreto ao silício que é maior que ao oxigênio: $4\text{HF} + \text{SiO}_2 \rightarrow \text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$. Pela remoção seletiva da matriz vítrea, a retenção principalmente micromecânica é alcançada entre a resina e a cerâmica condicionada. A maior vantagem do uso do HF para cerâmica é que sua aplicação na cadeira é muito simples e, por esse motivo, métodos sofisticados de condicionamento ou limpeza podem não ser necessários. Na literatura odontológica não são encontrados relatos de incidência sobre os efeitos perigosos devido à exposição ao HF, porém, em outros campos além da Odontologia, o HF foi reconhecido como um produto químico altamente perigoso devido à sua toxicidade, corrosividade e reatividade. Pode ser usado na forma anidra (100%) ou em soluções aquosas onde as últimas variam em concentração de 1-70%. A gravidade e a rapidez do início dos sinais e sintomas dependem da concentração, duração da exposição e penetração no tecido exposto. Quando liberado acidentalmente, o HF pode se difundir como um vapor denso e aerossol. O HF em si não é inflamável, explosivo ou oxidante,

mas é um produto químico altamente reativo. Assim, suas condições de armazenamento e manuseio devem ser levadas em consideração ao utilizar este ácido. Além disso, o contato com metais pode levar à formação de gás hidrogênio, que forma misturas explosivas no ar em concentrações entre 4% e 75%. Concluiu-se que os riscos potenciais do ácido fluorídrico conhecidos de outras aplicações que não a odontologia devem ser considerados também em aplicações odontológicas. Especialmente os clínicos, que muitas vezes lidam com cimentação adesiva ou reparo de vitrocerâmica, devem tomar as precauções necessárias para possíveis riscos desse ácido.

Menees et al. (2014) realizaram um estudo comparativo com o objetivo de medir e comparar a resistência à flexão de e.max CAD após abrasão por jateamento de óxido de alumínio em diferentes pressões e condicionamento ácido em diferentes concentrações e tempos. Para isso, barras de e.max CAD (9 grupos de 10; 22×2,5×2,5 mm) foram preparadas, polidas sequencialmente com lixas 180, 320 e 600 e sinterizadas de acordo com as instruções do fabricante. Em quatro grupos foram realizados jateamento (partículas de alumina de 30 µm de 10 mm a 55, 100, 200 ou 300 kPa por 10 segundos). Em quatro grupos foram utilizados ácido fluorídrico a 5% (20 segundos ou 120 segundos) ou ácido fluorídrico a 9,5% (20 segundos ou 120 segundos). O controle foi polido e queimado apenas (sem tratamento). As amostras foram colocadas em um Instron (velocidade da cruzeta de 1 mm/min) e carregadas até a falha em um teste de flexão de 3 pontos. Em comparação com o controle, os grupos com abrasão de 100, 200 e 300 kPa de alumina produziram resistências à flexão significativamente menores ($P < 0,001$); no entanto, a resistência à flexão do grupo com abrasão de 55 kPa não foi estatisticamente diferente do controle ($P = 0,080$). A resistência à flexão dos grupos condicionados com ácido fluorídrico a 5% e a 9,5% também não foram significativamente diferentes do controle ($P > 0,050$); no entanto, o grupo de ácido fluorídrico a 9,5% em 20 segundos foi quase estatisticamente significativo ($P = 0,051$). Concluiu-se que a abrasão por jateamento de óxido de alumínio a pressões superiores a 100 kPa reduz significativamente a resistência à flexão dos materiais de dissilicato de lítio, criando áreas altamente concentradas de estresse mecânico e microfraturas na microestrutura da superfície. O condicionamento com ácido fluorídrico deve ser o tratamento de superfície preferido para aumentar a retenção para adesão ao dissilicato de lítio por causa de sua distribuição mais uniforme e alteração menos severa da superfície da restauração.

Tian et al. (2014) realizaram uma revisão sistemática da literatura com o objetivo avaliar e discutir os estudos laboratoriais que investigam a adesão do cimento resinoso à cerâmica odontológica. Uma pesquisa eletrônica no Pubmed, Medline e Embase foi realizada para obter estudos laboratoriais sobre cimentação resina-cerâmica publicados em inglês e chinês entre 1972 e 2012. Os materiais totalmente cerâmicos são bem conhecidos pela capacidade estética de imitar a cor do dente. Desenvolvimentos recentes em técnicas de fabricação de restaurações cerâmicas surgiram com cerâmicas possuindo maior resistência e tenacidade, tornando possível para aplicações mais amplas em odontologia, como facetas, inlays/onlays ou implantes dentários. Hoje em dia, há cada vez mais casos em que a retenção de restaurações depende de cimentação. Portanto, a qualidade da união é de importância crescente e é um fator dominante necessário para o sucesso a longo prazo das restaurações de vitrocerâmica. Em comparação com os cimentos tradicionais, como o poliacrilato ou o cimento de ionômero de vidro, os cimentos de resina foram introduzidos para auxiliar na retenção da restauração totalmente cerâmica. Os cimentos resinosos não apenas fornecem uma união mais forte e durável entre a cerâmica e os dentes, mas também podem alcançar melhores resultados estéticos e manter maior resistência da cerâmica. As cerâmicas em Odontologia podem ser geralmente classificadas em “cerâmicas de óxido” e “cerâmicas de vidro” com base na composição química. As cerâmicas de óxido são definidas como um grupo de cerâmicas contendo não mais que 15% de sílica com pouca ou nenhuma fase vítrea. Eles podem ser subclassificados em cerâmicas de óxido de alumínio/alumina, incluindo cerâmicas de alumina infiltradas com vidro, sistemas cerâmicos de alumina densamente sinterizados e cerâmicas de óxido de zircônio/zircônia, incluindo sistemas cerâmicos de zircônia densamente sinterizados e infiltrados com vidro. Devido à sua estrutura química estável, as cerâmicas de óxido melhoraram significativamente as propriedades mecânicas e podem ser chamadas de “cerâmicas de núcleo de alta resistência”. No entanto, a superfície não pode ser atacada por ácido fluorídrico (HF), que é o meio químico usual para condicionar a superfície para obter adesão micromecânica. Essas cerâmicas de óxido são conhecidas como “cerâmicas resistentes a ácidos”. No entanto, deve-se ter cuidado ao usar essa terminologia, pois estudos recentes testaram apenas esse tipo de cerâmica com HF, mas não com outros ácidos. Cerâmicas de vidro, também denominadas cerâmicas à base de sílica, são um grupo de materiais que têm sido

amplamente utilizados para restaurações de cerâmica pura. Estes podem ser ainda classificados como feldspáticos, reforçados com leucita, vidro fluormica ou cerâmica de dissilicato de lítio. O condicionamento com HF tem um efeito distinto na superfície dessas cerâmicas, criando uma superfície uniformemente porosa. Apesar das cerâmicas de vidro apresentarem menor resistência mecânica do que as cerâmicas de óxido, a resistência à fratura mostrou aumentar com a cimentação de resina. A morfologia e as propriedades químicas da superfície cerâmica são fatores muito importantes para a ligação cerâmica-resina. Essas propriedades podem ser alcançadas pela aplicação de agentes de condicionamento químico e/ou tratamentos mecânicos criando uma ligação micromecânica e/ou química ao cimento resinoso. A ligação micromecânica pode ser criada por condicionamento ácido e/ou jateamento, enquanto um agente de acoplamento de silano fornece uma ligação química. Várias vitrocerâmicas diferem em conformação química e microestrutura, portanto pode ser necessário estabelecer procedimentos de cimentação de acordo com o tipo de vitrocerâmica. A união de cerâmica e cimento resinoso está sujeita a um ambiente complexo na cavidade oral, sendo influenciada por vários fatores extrínsecos, como mudança de temperatura, saliva, ingestão diária de alimentos e bebidas, força de mordida e outros hábitos. Concluiu-se que o condicionamento com ácido fluorídrico (HF) seguido de silanização tornou-se o tratamento de superfície mais amplamente aceito para cerâmica de vidro. No entanto, mais estudos precisam ser realizados para melhorar as preparações de superfície sem HF devido à sua toxicidade. Métodos de teste de laboratório também são necessários para simular melhor o ambiente oral real para testes clinicamente mais compatíveis.

Kalavacharla et al. (2015) realizaram uma pesquisa com o intuito de medir os efeitos do condicionamento com ácido fluorídrico (HF) e silano antes da aplicação de um adesivo universal na resistência de união entre dissilicato de lítio e uma resina. Para isso, sessenta blocos de dissilicato de lítio (e.max CAD, Ivoclar Vivadent) foram seccionados e polidos. As amostras foram divididas em seis grupos (n=10) sendo: 1) nenhum tratamento (controle); 2) condicionamento de HF 5% por 20 segundos (5HF); 3) condicionamento de 9,5% HF por 60 segundos (9,5HF); 4) silano sem HF (S); 5) HF 5% por 20 segundos + silano (5HFS); e 6) 9,5% HF por 60 segundos + silano (9,5HFS). Todo o condicionamento foi seguido por enxágue, e todo o silano foi aplicado em uma demão por 20 segundos e depois seco. O adesivo universal (Scotchbond Universal, 3M ESPE) foi aplicado na superfície cerâmica pré-tratada,

diluído ao ar e fotopolimerizado por 10 segundos. Um tubo plástico de 1,5 mm de diâmetro preenchido com compósito Z100 (3M ESPE) foi aplicado sobre a superfície cerâmica, cimentado e fotopolimerizado por 20 segundos em todos os quatro lados. Os espécimes foram termociclados por 10.000 ciclos (5°C-50°C/15s de tempo de permanência). As amostras foram carregadas até a falha usando uma máquina de teste universal a uma velocidade de cruzeta de 1 mm/min. O tratamento com silano proporcionou maior resistência de união ao cisalhamento, independentemente do uso ou concentração do condicionador HF. Os valores de resistência ao cisalhamento para cada tempo de condicionamento foram significativamente diferentes ($p < 0,01$) e podem ser divididos em grupos significativamente diferentes com base no tratamento com silano: sem tratamento com silano: 0 HF < 5% HF < 9,5% HF; e tratamento com silano RelyX: 0 HF < 5% HF e 9,5% HF. Concluiu-se que tanto o tratamento com HF quanto com silano melhoraram significativamente a resistência de união entre resina e dissilicato de lítio quando usados com um adesivo universal. As ligações ideais são obtidas por condicionamento HF e aplicação de silano ao dissilicato de lítio antes da aplicação de um adesivo universal. Ao usar o adesivo universal em conjunto com silano, é benéfico adotar um regime de 5% HF em 20 segundos, a fim de minimizar os danos à superfície da cerâmica, preservando a resistência da união. Se uma etapa adicional de silano não for realizada antes da aplicação de um adesivo universal, o uso de 9,5% HF por 60 segundos pode aumentar a resistência da união. Como os constituintes silano e monômero 10-metacrilóiloxidecil dihidrogenofosfato do adesivo universal não foram efetivos em otimizar a união cerâmica-resina, o silano deve sempre ser aplicado ao dissilicato de lítio antes da cimentação.

Lise et al. (2015) realizaram um estudo com o objetivo de investigar o efeito do condicionamento com ácido fluorídrico (HF), solução de silano e aplicação de sistema adesivo na resistência de união ao microcisalhamento (μ RUC) da vitrocerâmica de dissilicato de lítio (DL) a três cimentos resinosos. Para isso, trinta e seis blocos IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent) foram cortados em 72 seções retangulares (16 mm x 2 mm) usando uma serra diamantada de baixa velocidade (Modelo 650, South Bay Tech Inc, San Clemente, CA, EUA) sob irrigação com água. Após limpeza ultrassônica com água destilada por 15 minutos, os espécimes DL foram queimados seguindo o programa de cristalização recomendado pela Ivoclar Vivadent. Após o resfriamento, os espécimes foram posicionados em anéis plásticos de cloreto de polivinila (PVC) e incluídos em resina epóxi (Epo-Thin Resin, Buehler Inc, Lake Buff, IL, EUA) e polidos

a úmido com papel carbureto de silício até 600 grit por um minuto. As áreas de cimentação circulares foram delimitadas nas superfícies de dissilicato de lítio com fita adesiva perfurada. As amostras foram divididas em 18 grupos ($n = 12$) que foram criados usando a seguinte combinação de fatores (um design $2 \times 3 \times 3$): de acordo com o tratamento de superfície: SET = sem tratamento; HF = 4,8% HF por 20 segundos; de acordo com a solução de silano: (1) sem silano; (2) Monobond Plus, por 60 segundos; (3) Monobond Plus+Excite F DSC; e de acordo com o cimento resinoso: (1) Variolink II, misturado à mão; (2) Multilink Automix, auto-misturado; (3) RelyX Unicem 2, auto-misturado, de cura dupla. Tubos Tygon ($\varnothing=0,8$ mm) foram utilizados como matrizes cilíndricas para aplicação de cimento resinoso. Após 24 horas de armazenamento de água, os corpos de prova foram submetidos ao teste μ RUC. Quando as médias foram agrupadas para o fator de tratamento de superfície, HF resultou em um μ RUC significativamente maior do que SET ($p < 0,0001$). Em relação ao uso de solução de silano, os valores médios de μ RUC obtidos com Monobond Plus e Monobond Plus+Excite F DSC não foram significativamente diferentes, mas foram superiores aos obtidos sem silano ($p < 0,001$). Considerando o fator cimento resinoso, o Variolink II resultou em um μ RUC médio significativamente maior do que o RelyX Unicem 2 ($p < 0,03$). A média de μ RUC para Multilink Automix não foi significativamente diferente daquelas de Variolink II e RelyX Unicem 2. De acordo com o teste post hoc de Dunnett ($p < 0,05$), não houve diferença significativa em μ RUC entre os diferentes cimentos resinosos para HF e silanizado (com ou sem aplicação de adesivo). Concluiu-se que a vitrocerâmica DL pode se beneficiar do tratamento prévio da superfície interna com HF e silanização, independente do cimento resinoso utilizado. A cimentação da vitrocerâmica DL com um cimento autoadesivo sem condicionamento prévio de HF não é recomendada.

Sato et al. (2016) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar os efeitos dos tratamentos de superfície na resistência de união entre a nova cerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia (DLZ) e o cimento resinoso. Para isso, blocos VITA Suprinity foram cristalizados de acordo com as instruções do fabricante e distribuídos aleatoriamente em seis grupos ($N=36$; $n=6$), de acordo com o tratamento de superfície a ser realizado e condições de envelhecimento: HF20, ácido fluorídrico a 10% por 20 segundos, linha de base (controle); HF20tc, ácido fluorídrico 10% por 20 segundos, envelhecimento; HF40, ácido fluorídrico a 10% por 40 segundos, linha de base; HF40tc, ácido fluorídrico 10% por 40 segundos, envelhecimento; CJ, jateamento

CoJet (25 segundos, 2,5 bar, distância de 15mm), linha de base; e CJtc, jateamento CoJet (25 segundos, 2,5 bar, distância de 15mm), envelhecimento. Todos os espécimes foram silanizados (Monobond S) e cimentados com Panavia F em blocos de resina Z250 recém polimerizados. Após a imersão dos corpos de prova por 24 horas em água destilada a 37°C, microbarras de 1 mm² de seção transversal foram obtidas por meio de uma máquina de corte sob resfriamento constante. O teste de resistência de união de microtração foi realizado com uma máquina universal de ensaios (0,5 mm/min), e a resistência de união (MPa) foi calculada quando a carga até a falha (N) foi dividida pela área adesiva (mm²). Foi avaliado também a rugosidade superficial (Sa, rugosidade média; Str, razão de aspecto da textura; Sdr, razão de área interfacial desenvolvida) e o ângulo de contato resultante dos tratamentos. Os dados foram analisados estatisticamente por análise de variância de um ou dois fatores e teste de Tukey (todos $\alpha=5\%$). A resistência de união à microtração foi afetada pelo condicionamento superficial ($p<0,0001$), condição de armazenamento ($p<0,0001$) e interação entre eles ($p=0,0012$). A adesão para condicionamento HF foi estável, enquanto que para CJ, o envelhecimento prejudicou significativamente a adesão. A maioria das falhas foi predominantemente adesiva entre cerâmica e cimento (52,6%). A rugosidade das amostras tratadas foi maior em relação às polidas para os três parâmetros avaliados (Sa, Str e Sdr; todos $p<0,0001$). O ângulo de contato também foi influenciado pelos tratamentos ($p<0,0001$), com o grupo CJ apresentando valores semelhantes aos das amostras controle. Pode-se concluir que as três técnicas de tratamento de superfície apresentam resultados imediatos favoráveis, mas o revestimento de sílica não foi eficaz na manutenção da resistência de união a longo prazo. Além disso, o condicionamento ácido com ácido fluorídrico por 20 ou 40 segundos foi igualmente eficaz na produção de uma união de resina estável a uma cerâmica DLZ.

El-damanhoury e Gaintantzopoulou (2017) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do tratamento de superfície da cerâmica híbrida e vitrocerâmica com primer cerâmico autocondicionante na resistência de união ao cisalhamento (RUC) e topografia da superfície, em comparação ao tratamento de superfície com ácido fluorídrico e silano. Para isso, 40 discos retangulares de cada material cerâmico (IPS e.max CAD: EM; Vita Mark II: VM; Vita Enamic: VE), foram divididos igualmente ($n = 10$) e atribuídos a um dos quatro métodos de tratamento de superfície: condicionamento com ácido fluorídrico 4,8% seguido de Monobond plus

(HFMP); Monobond etch & prime (Ivoclar Vivadent) (MEP); sem tratamento (SET) como controle negativo e Monobond plus (Ivoclar Vivadent) sem condicionamento (MP) como controle positivo. A resistência de união ao cisalhamento do cimento resinoso (Multilink-N, Ivoclar Vivadent) para superfícies cerâmicas foi testado seguindo um protocolo padrão. A rugosidade da superfície foi avaliada usando um microscópio de força atômica (MFA). A topografia da superfície e a análise elementar foram analisadas usando SEM/EDX. O tratamento de superfície com HFMP resultou em maior resistência de união ao cisalhamento e maior rugosidade da superfície em comparação com MEP e MP. Independentemente do método de tratamento de superfície, os valores médios da resistência de união ao cisalhamento da cerâmica EM foram significativamente maiores ($p < 0,05$) do que os registrados para VM e VE, exceto quando VE foi tratado com MEP, onde a diferença foi estatisticamente insignificante. Traços de íon fluoreto foram detectados quando MEP foi usado com VE e VM. Concluiu-se, sob condições limitadas, que o uso de MEP resultou em resultados na resistência de união ao cisalhamento comparáveis ao HFMP, sendo que a eficácia de gravação do primer cerâmico autocondicionante depende do material e é mais evidente quando usado para o tratamento de superfície de cerâmica de vidro. Enquanto isso, o HFMP continua sendo o padrão-ouro para o tratamento de superfície de cerâmicas de vidro para cimentação resinosas.

Maruo et al. (2017) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a morfologia da superfície, composição química e adesividade da vitrocerâmica de dissilicato de lítio após condicionamento ácido com ácido fluorídrico ou ácido fosfórico. Para isso, espécimes de vitrocerâmica de dissilicato de lítio polidas com papel de carbeto de silício de granulação 600x foram submetidos a um ou mais tipos de tratamentos de superfície: abrasão por jateamento de óxido de alumínio com 50 μm de alumina (JA), condicionamento ácido com 5% de ácido fluorídrico (HF) ou 36 % de ácido fosfórico (AF) e aplicação de agente de acoplamento de silano (SIL). Hastes de aço inoxidável de 3,6 mm de diâmetro e 2,0 mm de altura foram cimentadas nas superfícies cerâmicas tratadas com um cimento resinoso autoadesivo (Clearfil SA Cement). Posteriormente, espécimes foram aleatoriamente divididos em 3 grupos. Os primeiros 2 grupos foram atacados com ácido fosfórico (AF) ($n = 40$) ou ácido fluorídrico (HF) ($n = 40$). O terceiro grupo compreendeu os controles não condicionados com ácido (Controle) ($n = 40$). Cada grupo foi subdividido em 4 subgrupos: abrasão por jateamento de óxido de alumínio (JA) e tratamento com silano

(SIL); apenas abrasão por jateamento com óxido de alumínio; apenas tratamento com silano ou nenhum tratamento de superfície. Quando aplicável para um determinado grupo de espécimes, os tratamentos de superfície na superfície de ligação foram realizados nesta ordem: abrasão por jateamento de óxido de alumínio, depois condicionamento ácido, seguido de tratamento com silano. Dessa forma, o total de grupos foram 12, sendo eles: JA+AF+SIL; JA+AF; AF+SIL; AF; JA+HF+SIL; JA+HF; HF+SIL; HF; JA+ SIL; JA; CONTROLE+SIL; CONTROLE. A resistência ao cisalhamento entre cerâmica e cimento foi medida após 24 horas de armazenamento em água destilada a 37°C. As imagens de JA revelaram a formação de sulcos microretentivos convencionais, mas o condicionamento ácido com HF ou AF produziu uma superfície porosa. As resistências de união de JA+HF+SIL ($28,1 \pm 6,0$ MPa), JA+AF+SIL ($17,5 \pm 4,1$ MPa) e HF+SIL ($21,0 \pm 3,0$ MPa) foram significativamente maiores do que as dos controles não pré-tratados com SIL ($9,7 \pm 3,7$ MPa) e sem SIL ($4,1 \pm 2,4$ MPa) ($p < 0,05$). Além disso, o condicionamento HF sozinho ($26,2 \pm 7,5$ MPa) teve uma resistência de ligação significativamente maior do que o JA sozinho ($11,5 \pm 4,0$ MPa) ($p < 0,05$). JA+HF, JA+AF e HF apresentaram falhas coesivas. Concluiu-se que o condicionamento ácido com ácido fluorídrico ou ácido fosfórico resultou em maior resistência de união entre a vitrocerâmica de dissilicato de lítio e o cimento resinoso autoadesivo. Além disso, embora o condicionamento com ácido fluorídrico tenha produzido resultados de resistência de união mais confiáveis e consistentes do que o ácido fosfórico, o ácido fosfórico é uma substância menos perigosa que produziu bons resultados de resistência de união quando o condicionamento foi acompanhado de tratamento com silano.

Monteiro et al. (2017) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar o efeito do tempo de condicionamento e da concentração de ácido fluorídrico (HF) na carga de falha por fadiga e nas características da superfície de vitrocerâmicas de dissilicato de lítio reforçada com zircônia (DLZ) cimentada a uma resina epóxi reforçada com fibra semelhante à dentina. Para isso, foram produzidos discos de cerâmica (Suprinity, VITA) (1,0mm de espessura) e de resina epóxi (2,5mm de espessura/10mm de diâmetro). A superfície de adesão das amostras cerâmicas foi não condicionada (grupo controle), ou condicionada por 30, 60 ou 90s por 5% ou 10% de HF. Os discos de resina epóxi foram condicionados por HF 10% por 30s seguido da aplicação de um material adesivo (Single Bond Universal, 3M ESPE). Pares de discos de cerâmica/resina epóxi foram cimentados com um cimento resinoso dual. A

carga de falha por fadiga foi determinada pelo método da escada (500.000 ciclos a 20Hz; carga inicial = 925N; tamanho do degrau = 45N). Em 10% HF o tempo de condicionamento mostrou influenciar a carga de falha por fadiga, que aumentou à medida que o tempo de condicionamento aumentou (30s < 60s < 90s), e em 5% HF a carga de falha por fadiga não foi afetada pelo tempo de condicionamento; as menores cargas de falha por fadiga foram produzidas no grupo controle sem condicionamento cerâmico seguido de condicionamento ácido HF 10% por 30s. A análise topográfica mostrou variações com base nos protocolos de condicionamento. Todas as fraturas (trincas radiais) se originaram de defeitos na superfície cerâmica na interface de cimentação. Concluiu-se que para melhorias de carga de fadiga da cerâmica DLZ, é recomendado o uso do de condicionamento ácido com HF 10% por 90s e se recomenda a silanização da superfície cerâmica. Além disso, o condicionamento com ácido HF a 5%, independente do tempo (30s, 60s ou 90s), mostrou não alterar o comportamento à fadiga da cerâmica.

Puppin-Rontani et al. (2017) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar a influência de diferentes concentrações de ácido fluorídrico (HF) associadas a variados tempos de condicionamento na resistência de união ao microcislamento (μ RUC) de um cimento resinoso a uma vitrocerâmica de dissilicato de lítio. Para isso, duzentos e setenta e cinco blocos cerâmicos (IPS e.max Press [EMX], Ivoclar Vivadent), medindo 8 mm \times 3 mm de espessura, foram distribuídos aleatoriamente em cinco grupos de acordo com as concentrações de HF (n=50): 1%, 2,5 %, 5%, 7,5% e 10%. A distribuição aleatória adicional em subgrupos foi realizada de acordo com os seguintes tempos de condicionamento (n=10): 20, 40, 60, 120 e 20 + 20 segundos. Após o condicionamento, todos os blocos foram tratados com um agente de acoplamento de silano seguido por uma fina camada de resina sem carga. Três cilindros de cimento resinoso ($\varnothing=1$ mm) foram feitos em cada superfície EMX, que foi então armazenado em água deionizada a 37°C por 24 horas antes do teste. O μ RUC estava em uma máquina universal de testes a uma velocidade de 1 mm/min até a falha. Os dados foram submetidos à análise de variância de duas vias, e as comparações múltiplas foram realizadas pelo teste post hoc de Tukey ($\alpha=0,05$). Uma amostra representativa de EMX foi gravada de acordo com a descrição de cada subgrupo e avaliada por microscopia eletrônica de varredura para caracterização da superfície. As concentrações de HF de 5%, 7,5% e 10% forneceram valores de μ RUC significativamente maiores do que 1% e 2,5% ($p<0,05$), independentemente dos

tempos de condicionamento. Para 1% e 2,5% HF, os tempos de condicionamento de 40 a 120 segundos aumentaram os valores de μ RUC em comparação com 20 segundos ($p < 0,05$), mas os períodos de condicionamento não diferiram nos grupos de 5%, 7,5% e 10% HF ($p > 0,05$). O efeito do recondicionamento foi mais evidente para 1% e 2,5% HF ($p < 0,05$). Concluiu-se que o efeito do HF nas características de ligação da vitrocerâmica de dissilicato de lítio foi dependente da concentração/tempo. À medida que a concentração de HF diminuiu, o tempo de condicionamento teve que ser aumentado para maior resistência de união. O tratamento superficial adequado para a vitrocerâmica de dissilicato de lítio foi obtido com a concentração de HF de 5% aplicada por 20 segundos, atestando, portanto, que não é necessário o uso de maiores concentrações de HF e/ou aumento do tempo de condicionamento.

Venturini et al. (2017) realizaram um estudo in vitro com o objetivo de avaliar a influência de diferentes concentrações de ácido fluorídrico nas cargas de falha por fadiga de coroas cerâmicas feldspáticas. Para isso, oitenta coroas cerâmicas feldspáticas foram cimentadas com cimento resinoso a preparos idênticos de coroas completas simplificadas usinadas em um polímero tipo dentina. As preparações foram condicionadas com ácido fluorídrico a 10% por 60 segundos e receberam um primer. Antes da cimentação, o entalhe das coroas cerâmicas foi tratado com 1 de 4 condicionamentos de superfície ($n=20$): não condicionado (controle, CTRL), ou condicionado por 60 segundos com diferentes concentrações de ácido fluorídrico: 1% (HF1), 5% (HF5) e 10% (HF10). Um agente de acoplamento silano foi aplicado nesta superfície de todas as coroas, que foram cimentadas nos preparos. Cada coroa foi ciclicamente carregada em água com um pistão de vidro epóxi G10 posicionado no centro da superfície oclusal. As cargas de falha por fadiga de coroas cerâmicas foram obtidas pela abordagem em escada após 500.000 ciclos a 20 Hz. As cargas médias de falha dos grupos CTRL ($245,0 \pm 15,1$ N), HF1 ($242,5 \pm 24,7$ N) e HF10 ($255,7 \pm 53,8$ N) foram estatisticamente semelhantes ($P > 0,05$), enquanto que a do grupo HF5 ($216,7 \pm 22,5$ N) foi significativamente menor ($P < 0,05$). Concluiu-se que o condicionamento ácido com ácido fluorídrico a 5% na superfície das coroas de cerâmica feldspática reduziu as cargas de falha por fadiga e, portanto, não seria recomendado para a cerâmica testada. As cargas médias de falha por fadiga das coroas feldspáticas não foram influenciadas por ácido fluorídrico a 1% e 10%, uma vez que essas coroas condicionadas não diferiram das coroas não tratadas.

Wille, Lehmann e Kern (2017) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar o efeito condicionador de superfície de um primer cerâmico autocondicionante em cerâmicas de dissilicato de lítio e zircônia e estudar a durabilidade de união proporcionada pelo primer cerâmico autocondicionante após envelhecimento artificial em comparação com métodos convencionais de condicionamento cerâmico. Para isso, blocos de dissilicato de lítio (10 × 10 mm, 3,4 mm de espessura) e discos de zircônia (8 mm de diâmetro, 3,4 mm de espessura) foram divididos em dois grupos. No grupo 1, os discos de dissilicato de lítio (DL) foram condicionados com ácido fluorídrico (HF), enquanto os discos de zircônia (ZR) foram tratados com abrasão por jateamento de óxido de alumínio, ambos seguidos da aplicação de um primer universal para materiais restauradores (MP; Monobond Plus, Ivoclar Vivadent). No grupo 2, os discos de DL não foram atacados com HF, enquanto os discos de Zr foram tratados com abrasão por jateamento de óxido de alumínio, ambos seguidos de um primer autocondicionante (ME; Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent). Efeitos do condicionamento de superfície foram avaliados usando microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os espécimes de ambos os grupos foram cimentados a um compósito com cimento resinoso e divididos em dois subgrupos. O subgrupo 1 foi armazenado em água (37°C) por 3 dias, e o subgrupo 2 foi armazenado em água por 30 dias antes de ser submetido a 7.500 ciclos térmicos (5°C a 55°C). O primer cerâmico autocondicionante teve efeito significativo apenas na topografia da superfície do dissilicato de lítio. A resistência de união inicial média de ME-ZR foi relativamente baixa (24,4 MPa) em comparação com todas as outras combinações de materiais (MP-DL: 34,3 MPa; ME-DL: 33,5 MPa; MP-ZR: 31,1 MPa). Após 30 dias de armazenamento em água e termociclagem, a resistência de união diminuiu significativamente em todos os grupos. Concluiu-se que o primer autocondicionante proporcionou resistências de união à cerâmica de dissilicato de lítio comparáveis às do método de cimentação bem estabelecido usando condicionamento ácido fluorídrico e um primer contendo silano. Para a cerâmica de zircônia, no entanto, forneceu resistência de união estatisticamente significativamente menor do que o método de união estabelecido.

Ataol e Ergun (2018) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar os efeitos de três diferentes tratamentos de superfície e dois diferentes métodos de cimentação na resistência de união ao cisalhamento de resinas compostas para alguns tipos de cerâmicas de projeto/fabricação auxiliadas por computador

(CAD/CAM) com ou sem termociclagem. Para isso, os corpos de prova foram preparados a partir de três diferentes cerâmicas CAD/CAM (Grupo A, IPS e.max CAD; Grupo B, IPS e.max ZirCAD; Grupo C, Vita Suprinity). Eles foram divididos em oito subgrupos de estudos de acordo com o tratamento de superfície (TS) e procedimentos de cimentação: 1TS. Condicionamento com ácido fluorídrico (HF) + silano ultradent + clearfil universal bond; 2TS. Jateamento com óxido de alumínio + silano ultradent + clearfil universal bond; 3TS. Irradiação com laser + silano ultradent + clearfil universal bond; 4TS. Condicionamento com HF + clearfil ceramic primer; 5TS. Jateamento com óxido de alumínio + clearfil ceramic primer; 6TS. Irradiação com laser + clearfil ceramic primer; 7TS. Silano ultradent + clearfil universal bond (controle); 8TS. Clearfil ceramic primer (controle). Após a aplicação de resina composta nas superfícies de todos os corpos de prova, eles foram armazenados em água destilada por 24 horas a 37°C. Em seguida, metade dos corpos de prova foram submetidos a um procedimento de termociclagem (TC+) e a outra metade foi armazenada em água destilada a 37°C durante toda a termociclagem (TC-). A resistência de união ao cisalhamento foi realizada usando uma máquina de ensaio universal. A análise estatística (ANOVA) revelou que os tipos de cerâmica ($P > 0,0031$) e termociclagem ($P > 0,0021$) não afetaram a resistência ao cisalhamento, mas a técnica de tratamento de superfície afetou significativamente os valores de resistência ao cisalhamento ($P < 0,05$; exceto grupo C). No grupo A o condicionamento com HF apresentou valores de resistência de união ao cisalhamento mais elevados do que os outros grupos de teste. No entanto, geralmente, no Grupo A (exceto 4TS e 5TS do Grupo A, TC+), não houve diferenças estatisticamente significativas entre o condicionamento com HF e o jateamento com óxido de alumínio, independente dos procedimentos de cimentação aplicados ($P > 0,0083$). Adicionalmente, os valores de resistência ao cisalhamento da irradiação a laser foram estatisticamente menores do que os do condicionamento HF ($P < 0,0083$). Embora a irradiação a laser tenha apresentado valores de resistência ao cisalhamento mais baixos do que o jateamento com óxido de alumínio, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre eles ($P > 0,0083$). No Grupo B, o jateamento com óxido de alumínio apresentou maiores valores de resistência ao cisalhamento do que os outros grupos de teste. No entanto, no Grupo B, não houve diferença estatisticamente significativa entre o condicionamento com HF e o jateamento com óxido de alumínio, independente dos procedimentos de cimentação realizados ($P > 0,0083$). Além disso, os valores de resistência ao cisalhamento da

irradiação a laser foram estatisticamente inferiores aos valores condicionamento com HF e jateamento com óxido de alumínio no Grupo B, TC- ($P < 0,0083$). Além disso, no Grupo B, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos de irradiação a laser e controle ($P > 0,001$). No Grupo C, embora os maiores valores de resistência ao cisalhamento tenham sido observados com o condicionamento com HF, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos de superfície testados e os agentes de união ($P = 0,04$). Conclui-se que o jateamento com óxido de alumínio e o condicionamento com ácido fluorídrico proporcionaram resistências de união satisfatórias para cada cerâmica CAD/CAM testada. Além disso, o tratamento de superfície da cerâmica CAD/CAM de zircônia estabilizada com ítrio por jateamento com óxido de alumínio foi mais eficaz do que o condicionamento com HF e a irradiação com laser Er,Cr:YSGG. O tratamento de superfície da cerâmica de vidro CAD/CAM de dissilicato de lítio reforçado por zircônia e cerâmica de vidro de dissilicato de lítio por condicionamento com HF foi mais eficaz do que o jateamento com óxido de alumínio e irradiação de laser Er,Cr:YSGG. Dessa forma, a irradiação com laser Er,Cr:YSGG não pode ser considerada como um tratamento de superfície eficaz para tornar cada superfície cerâmica CAD/CAM mais rugosa para estabelecer uma melhor resistência de união com uma resina composta.

Bajraktarova-Valjakova et al. (2018) realizaram uma revisão de literatura com o objetivo de apresentar ácidos que podem ser usados como condicionador de superfície antes da cimentação adesiva de restaurações cerâmicas, colocação de braquetes ortodônticos ou reparo de restaurações de porcelana lascadas. Artigos científicos publicados nas bases de dados de literatura PubMed e Scopus, relatórios científicos, instruções dos fabricantes e informações de produtos de sites da internet, escritos em inglês, usando os seguintes termos de pesquisa: "acid etching, ceramic surface treatment, hydrofluoric acid, acidulated phosphate fluoride, ammonium hydro bifluoreto", foram revisados. Para selecionar o método de tratamento de superfície deve-se avaliar a composição química da restauração de cerâmica. As cerâmicas cuja matriz é à base de dióxido de silício ("convencionais" ou vitrocerâmicas) pertencem ao grupo em que a corrosão ácida é o tratamento de superfície recomendado. Estes incluem cerâmicas de silicato de lítio reforçadas com leucita e baseadas em feldspato e cerâmicas de silicato de lítio reforçadas com zircônia, bem como cerâmicas de fluorapatita. A abrasão por jateamento de óxido de alumínio pode ser usada para tratamento de superfície de todos os tipos de cerâmica. Primers cerâmicos

autocondicionantes com radicais reativos em sua molécula alteram a composição química da superfície da cerâmica, tornando-a muito mais reativa para a ligação com o cimento composto. Sílica triboquímica - o revestimento é usado principalmente para o tratamento de trióxido de alumínio e cerâmica de dióxido de zircônio; o condicionamento ácido não terá qualquer impacto na morfologia da sua superfície, uma vez que estes materiais não contêm silício na sua composição. Embora os ácidos representem agentes químicos, eles não estão incluídos no grupo de agentes para um produto químico, mas naqueles para alteração mecânica, pois causam alterações do tipo mecânico na superfície da cerâmica. Os ácidos que são usados como ácidos cerâmicos são o ácido fluorídrico (HF), o fluoreto de fosfato acidulado e o difluoreto de hidrogênio de amônio. O efeito do condicionamento ácido depende do tipo de ácido e sua concentração, do tempo de condicionamento e do tipo de cerâmica a ser tratada. O mais eficaz é o HF; aumentando a concentração e o tempo de condicionamento, aumenta o efeito do condicionamento. A rugosidade da superfície e o padrão de corrosão também dependem do tipo de cerâmica; os ácidos não afetam as cerâmicas policristalinas que não contêm matriz vítrea. Ao contrário, a matriz de sílica e os cristais de leucita são dissolvidos seletivamente em vitrocerâmicas, gerando uma estrutura porosa tridimensional. O efeito é multiplicado: limpa a superfície de cimentação removendo os óxidos indesejados e detritos, aumenta a rugosidade, aumentando assim a área de cimentação e a molhabilidade da superfície cerâmica e cria micro retenção (microporos, ranhuras e canais) que pode ser facilmente infiltrado com cimento composto fluido não curado, todos juntos aumentando significativamente a resistência da união resina-cerâmica. Em conclusão, existem vários métodos que podem ser usados para o tratamento da superfície de união cerâmica quando a cimentação adesiva é recomendada. Sem dúvida, o método de tratamento mais adequado para cerâmicas à base de sílica é o condicionamento ácido, sendo que a microrugosidade e o padrão de microretenção que é alcançado pelo condicionamento com ácido fluorídrico garantem uma ligação de longo prazo entre os cimentos resinosos e os materiais cerâmicos.

Murillo-Gómez; Palma-Dibb; De Goes (2018) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar se diferentes protocolos de condicionamento ácido afetam a integridade microestrutural superficial e a profundidade de dissolução da fase vítrea em diferentes tipos de materiais cerâmicos CAD/CAM. Para isso, foram utilizados 60 blocos (3×3×3mm) de IPS/Empress (LEU), IPS/e.max (DL) (Ivoclar-Vivadent) e

Enamic (VE). As superfícies laterais de cada bloco foram isoladas com tira de teflon e vaselina para mantê-las intactas. As amostras foram distribuídas em 6 grupos (n=10): 1.sem tratamento (SET); 2.ácido fluorídrico (HF) 5%, 20s (HF5%20s); 3. HF5%60s; 4. HF10%20s; 5. HF10%60s; 6. Monobond Etch&Prime (MEP). Superfícies superiores (tratadas) e laterais (não tratadas) foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). A profundidade de condicionamento foi medida nas superfícies laterais. Para LEU, apenas os tratamentos HF10% produziram valores de rugosidade e relações Si/K estatisticamente diferentes em relação ao grupo SET. Em relação ao DL e VE, os grupos HF5%60s e HF10% apresentaram valores de rugosidade maiores que o grupo SET. No caso do VE, todos os tratamentos (exceto MEP) produziram relações Si/C mais baixas do que o grupo SET. Todos os tratamentos (exceto MEP) produziram maiores valores de profundidade de condicionamento do que o grupo SET para todos os materiais, sendo HF10%60s o maior (LEU:403,2±11,4µm; DL:617,4±75,7; VE:291,6±6,5µm). HF10% produziu padrões de morfologia de condicionamento mais agressivos nas superfícies superior e lateral. Os tratamentos MEP e HF5%20s produziram as alterações estruturais menos agressivas. Até agora, as recomendações dos fabricantes em relação ao tratamento de superfícies vitrocerâmicas foram baseadas na quantidade de fase vítrea dos materiais. Por exemplo, o dissilicato de lítio é indicado para ser corroído com HF 5% por 20 segundos devido a sua menor quantidade de fase vítrea. Por outro lado, recomenda-se que a cerâmica feldspática, por ser quase totalmente composta de vidro, seja atacada com HF 10% por 60 s (ou até mais) e cerâmica à base de leucita, HF 5% também por 1 minuto. Diante de nossos resultados, esse raciocínio deve ser alterado, pois o tratamento de materiais compostos principalmente por fase vítrea usando protocolos de condicionamento forte pode danificar a microestrutura interna dos materiais, possivelmente afetando seu desempenho mecânico, ainda mais no caso de restaurações finas como facetas. Investigações futuras devem confirmar a extensão desses achados nas propriedades mecânicas dos materiais, até então, protocolos de condicionamento mais suaves (HF5%20s e MEP) devem ser recomendados para tratar materiais contendo vitrocerâmica, a fim de preservar sua integridade estrutural. Concluiu-se que diferentes protocolos de condicionamento ácido produzem alterações superficiais e internas na configuração microestrutural da cerâmica. A extensão de tais efeitos depende do tipo de ácido, concentração e tempo de aplicação, bem como da composição dos materiais. O ácido fluorídrico (10%), quando aplicado por 60s,

pode dissolver a fase vítrea dos materiais em cerca de 0,3–0,6 mm (dependendo do tipo de material) no interior da superfície da cerâmica onde o ácido foi aplicado. A cerâmica à base de leucita sofre maiores alterações morfológicas do que os dois outros materiais. HF5%20s e MEP demonstraram ação menos prejudicial entre os protocolos de condicionamento ácido testados.

Prado et al. (2018) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a resistência de união ao microcisalhamento (μ RUC) do cimento resinoso unido a duas vitrocerâmicas usinadas e sua durabilidade, comparando o condicionamento de superfície convencional (ácido fluorídrico + silano) com um primer de uma etapa (Monobond Etch & Prime). Para isso, fatias usinadas de cerâmica de dissilicato de lítio (DL) (IPS e.max CAD) e cerâmica feldspática (FEL) (VITA Mark II) foram divididas em dois grupos ($n = 10$) de acordo com dois fatores: 1.tratamento de superfície: HF + S (5% de ácido fluorídrico [IPS Ceramic Etching GEL] + agente de acoplamento de silano [SIL; Monobond Plus]) ou MEP (condicionador de cerâmica de componente único; Monobond Etch & Prime); 2.condição de armazenamento: linha de base (sem envelhecimento; testado 24 h após a cimentação) ou envelhecido (70 dias de armazenamento em água + 12.000 ciclos térmicos). Cimento resinoso (Multilink Automix, Ivoclar Vivadent) foi aplicado em matrizes de amido nas superfícies cerâmicas tratadas e fotoativado. Um teste de μ RUC foi realizado (0,5 mm/min) e o padrão de falha foi determinado. Ângulo de contato e análises micromorfológicas também foram realizadas. Para ambos os materiais cerâmicos, HF+S resultou em maior média de μ SBS (MPa) na linha de base (DL: HF+S $21,2 \pm 2,2 > \text{MEP } 10,4 \pm 2,4$; FEL: HF+S $19,6 \pm 4,3 > \text{MEP } 13,5 \pm 5,4$) e após envelhecimento (DL: HF+S $14,64 \pm 2,31 > \text{MEP } 9 \pm 3,4$; FEL: HF+S: $14,73 \pm 3,33 > \text{MEP } 11,1 \pm 3,3$). HF+S resultou em uma diminuição estatisticamente significativa na média μ RUC após o envelhecimento ($p = 0,0001$), enquanto a MEP não produziu redução significativa. O principal tipo de falha foi adesiva entre cimento resinoso e cerâmica. HF+S resultou no menor ângulo de contato. Concluiu-se que ácido fluorídrico + silano resultou em μ RUC média mais alta do que Monobond Etch & Prime para ambas as cerâmicas; no entanto, Monobond Etch & Prime teve uma ligação estável após o envelhecimento.

Prochnow et al. (2018) realizaram um estudo com o objetivo de investigar o efeito do condicionamento com concentrações distintas de ácido fluorídrico (HF) na carga cíclica até a falha (C_{cf}) de restaurações de vitrocerâmica de dissilicato de lítio cimentadas adesivamente a um análogo de dentina ($n = 20$). Para isso, espécimes de

vitrocerâmica simplificadas de dissilicato de lítio foram divididas de acordo com o tratamento: sem tratamento/controle (CTRL), ou tratado por 20 s com ácido HF a 3% (HF3), 5% (HF5) ou 10% (HF10). Um revestimento de silano foi então aplicado nas superfícies cerâmicas. Os testes de fadiga seguiram a abordagem em escada (carga inicial = 720 N; tamanho do degrau = 70 N; 500.000 ciclos por amostra; 20 Hz) usando um pistão hemisférico de aço inoxidável ($\varnothing = 40\text{mm}$) debaixo d'água. Os dados de C_{cf} foram analisados pelo método de Dixon e Mood. Foram realizadas análises topográficas e fractográficas. C_{cf} (em N) dos grupos HF3 ($1355 \pm 32,0$) e HF5 ($1335 \pm 58,8$) foram os mais altos e estatisticamente semelhantes; O HF10 apresentou C_{cf} intermediário ($1175 \pm 132,9$), enquanto o grupo não condicionado apresentou o menor ($965 \pm 145,0$). A análise topográfica mostrou que quanto maior a concentração de ácido HF, mais pronunciadas as mudanças topográficas. Todas as falhas (trincas radiais) começaram na superfície interna dos discos cerâmicos. Concluiu-se que mudanças topográficas promovidas por concentrações intermediárias de ácido HF (3% e 5%) podem melhorar o desempenho em fadiga para restaurações de dissilicato de lítio cimentadas adesivamente. Ademais, o condicionamento de uma vitrocerâmica de dissilicato de lítio com alta concentração de ácido HF (10%) cria defeitos críticos, reduzindo assim o desempenho mecânico. Por fim, nenhum condicionamento ácido promove fraca adesão da resina, diminuindo assim a carga de fadiga até a falha.

Strasser et al. (2018) realizaram um estudo com o objetivo de examinar os efeitos de diferentes procedimentos de tratamento de superfície em uma gama representativa de diferentes materiais CAD/CAM em relação à molhabilidade da superfície, rugosidade, topografia e composição. Os danos superficiais foram investigados para estimar os efeitos na longevidade. Para isso, as amostras foram feitas de dez materiais restauradores destinados a serem processados com desenho assistido por computador e fabricação assistida por computador (CAD/CAM; Cerec Omnicam, MCXL, Sirona, D). Os materiais foram cerâmicas de vidro, cerâmicas de óxido (zircônia), cerâmicas híbridas e compósitos (Celtra Duo, Degudent, D - CD; Vita Suprinity, Vita, D - VS; E.max CAD, Ivoclar-Vivadent, FL - EMA; E.max ZirCAD, Ivoclar-Vivadent, FL - EMZ; Vita Enamic, Vita, D - VE; Cerasmart, GC, B - CS; LAVA Ultimate, 3M, D - LU; SHOFU Block HC, SHOFU, US - SH; Grandio Blocs, VOCO, D - VO; BRILLIANT Crios, Coltene, CH - BC). Placas ($14 \times 14 \times 2$ mm) foram cortadas (Leica SP1600) sob refrigeração a água com grão de diamante comparável a brocas CEREC. Em seguida, os espécimes EMZ foram sinterizados (Cercon heat plus,

Degudent, D) e a cristalização dos espécimes EMA, CD (Programat EP5000, Ivoclar Vivadent, FL) e VS (Vacumat 6000M, Vita, D) foi feita de acordo com as instruções do fabricante. Após a limpeza com álcool, as superfícies foram tratadas para representar os seguintes procedimentos clínicos: ponta diamantada refrigerada a água diamantada (80 μm ; 4 μm), condicionamento (condicionamento ácido fluorídrico; 5%, 20s; gel de condicionamento de cerâmica IPS, Ivoclar Vivadent, FL), limpeza (ácido fosfórico; 37%, 20s; condicionamento total, Ivoclar Vivadent, FL), condicionamento (Monobond etch and prime, Ivoclar Vivadent, FL) e jateamento (rugosidade; Al₂O₃ 50/120 μm , 1/2 bar, distância: 1 cm, ângulo: 90°, 5s). Superfícies não tratadas foram usadas como referência. A análise com microscopia eletrônica de varredura (MEV - Phenom, FEI, NL) das superfícies foi realizada (ampliações $\leq 10.000\times$). Valores de rugosidade Ra, Rz (KJ 3D, Keyence, J) e energia de superfície (OCA15 plus, SCA20, DataPhysics, D) foram determinados (estatísticas: teste não paramétrico de Mann-Whitney U/teste de Kruskal-Wallis para amostra independente, $\alpha = 0,05$). A análise Kruskal-Wallis revelou diferenças significativas ($p < 0,001$) para todos os materiais com diferentes tratamentos de superfície. A rugosidade variou de Ra = 0,05 μm (VS; D4)/Rz = 0,41 μm (VS; D4) a Ra = 1,82 μm (EMA; SB120/2)/Rz = 12,05 μm (CS; SB 120/2), SE de 22,7 mN/m (VE; M) a 52,8 mN/m (CD; M). A análise MEV mostrou danos dependentes do material após o pré-tratamento. Concluiu-se que o tratamento de superfície ideal depende fortemente do material. Os seguintes tratamentos causaram aumento na rugosidade superficial e energia superficial em combinação com dano superficial aceitável: cerâmica de vidro (incluindo dissilicato de lítio reforçado com zircônia): condicionamento com HF com tempo de condicionamento adaptado ao material; zircônia: jateamento com grão pequeno ou médio e baixa pressão; cerâmica infiltrada por polímero: condicionamento com HF ou jateamento com tamanho de grão pequeno e baixa pressão; compósitos: jateamento com grão pequeno e baixa pressão.

Tribst et al. (2018) realizaram um estudo com o objetivo de testar se um agente de superfície autocondicionante e o ácido fluorídrico (HF) convencional proporcionam a mesma capacidade de união entre o cimento resinoso e as cerâmicas feldspática (FEL) e dissilicato de lítio (DL), na ausência ou presença de envelhecimento por termociclagem. Para isso, blocos cerâmicos foram cortados com uma serra diamantada de baixa velocidade com resfriamento a água (Isomet 1000, Buehler, Lake Bluff, IL, EUA) em 20 blocos de 5 \times 7 \times 4 mm, que foram retificados em máquina de

polimento (EcoMet/AutoMet 250, Buehler) sob refrigeração a água. Os blocos foram divididos aleatoriamente em oito grupos ($n=5$), de acordo com o tipo de cerâmica (DL ou FEL), condicionamento superficial (HF + Monobond Plus or Etch and Prime) e envelhecimento por termociclagem (TC ou ausência-baseline). Após 24 horas em água destilada a 37°C, os blocos foram embutidos em resina acrílica e 1 mm². Foram obtidas vigas de seção transversal compostas por cerâmica/cimento/compósito. O teste de microtração foi realizado em máquina universal de ensaios (DL-1000, EMIC, São José dos Campos, Brasil; 0,5 mm.min⁻¹, célula de carga de 50 kgf). A resistência de união (MPa) foi calculada dividindo a carga na falha (em N) pela área colada (mm²). Os espécimes fraturados foram examinados sob estereomicroscopia, e uma amostra representativa de cada grupo foi selecionada aleatoriamente antes da cimentação e posteriormente utilizada para análise por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de raios X de energia dispersiva (EED). O agente autocondicionante apresentou a maior resistência de união para as cerâmicas FEL (24,66±4,5) e DL (24,73±6,9) e uma diminuição na molhabilidade da superfície. MEV e EDS mostraram a presença de componentes semelhantes nos materiais testados com topografias diferentes para ambos. Portanto, concluiu-se que o primer autocondicionante foi capaz de fornecer uma adesão ainda maior do que HF+silano a um cimento resinoso, com isso, considerando os resultados positivos obtidos para os tratamentos de superfície e os riscos potenciais associados aos procedimentos de HF, sugere-se que o sistema autocondicionante seja ideal para manter as ligações adesivas em vitrocerâmicas. Mais estudos são necessários para explorar o tempo necessário para o condicionamento da cerâmica devido às mudanças estruturais observadas causadas pelo primer autocondicionante.

Barchetta et al. (2019) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do tempo de condicionamento com ácido fluorídrico (HF) e o impacto de uma camada de cimento resinoso na resistência à flexão biaxial e confiabilidade estrutural de uma cerâmica vítrea de dissilicato de lítio reforçada com zircônia. Para isso, os corpos de prova em forma de disco ($n = 15$) foram divididos de acordo com: tempo de condicionamento (condicionamento com ácido HF 10% por 20, 40 e 60 segundos) e aplicação de camada de cimento resinoso. Foram realizadas análises biaxiais de flexão, ângulo de contato e rugosidade. Quando a camada de cimento resinoso não estava presente, os dados de resistência à flexão aumentaram com o aumento do tempo de condicionamento: 20 segundos = 250,8 MPa; 40 segundos = 278,4 MPa; 60

segundos = 342,9 MPa. A aplicação de cimento resinoso aumentou os valores de resistência (20 segundos de condicionamento ácido em corpos de prova com camada de resina-cimento = 341,8 MPa). Diferentes tempos de condicionamento não afetaram a rugosidade da cerâmica vítrea de dissilicato de lítio reforçado com zircônia, e a análise de ângulo de contato apresentou valores menores para 60 segundos de condicionamento ácido. A resistência da cerâmica DLZ está relacionada com a micromorfologia da superfície. Os tempos de condicionamento ácido mais longos (40 e 60 segundos) aumentaram a resistência à flexão do DLZ devido à atenuação dos arranhões causados pela degradação do conteúdo de vidro. A aplicação de uma camada de resina-cimento sobre a superfície condicionada promoveu o mesmo efeito ao fluir para dentro dos defeitos superficiais, atenuando-os e aumentando a resistência da cerâmica, no caso de 20 segundos de condicionamento ácido. Os possíveis arranhões/defeitos produzidos pela fresagem que foram observados nos padrões de superfície dos blocos DLZ devem ser investigados e considerados em estudos futuros ao avaliar a resistência deste material cerâmico. Dessa forma, concluiu-se que tempos de condicionamento mais longos (40 e 60 segundos) devem ser considerados para o condicionamento da cerâmica vítrea de dissilicato de lítio reforçado com zircônia juntamente com a cimentação adesiva.

Bomicke et al. (2019) realizaram uma pesquisa com o intuito de analisar os efeitos do condicionamento e envelhecimento da superfície cerâmica na resistência de união entre o cimento resinoso e a vitrocerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia em condições clínicas simuladas. Para isso, foram confeccionados discos de vitrocerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia (Celtra Duo, Dentsply Sirona, n = 110 grupo de teste n = 10, diâmetro: 8,3 mm, altura: 3,4 mm), que foram atribuídos a quatro grupos de condicionamento de superfície: (I) 30s de condicionamento com ácido fluorídrico 5% (Vita Ceramics Etch, Vita; HF), silanização (Calibra Silane; SIL); (II) sucessivas contaminações com saliva e silicone (CONT), HF, SIL; (III) CONT, silicatização triboquímica (ST), SIL; (IV) HF, SIL, aplicação e polimerização leve de um adesivo (Prime&Bond Active), CONT, reaplicação e polimerização leve do adesivo. Os discos da vitrocerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia foram cimentados a cilindros de resina composta em tubos de acrílico (diâmetro interno: 3,3 mm) utilizando cimento resinoso autoadesivo (Calibra Universal). A resistência à tração (RT) foi medida após 24h e após 6 meses de armazenamento em água (AA). Protocolos de envelhecimento adicionais foram

testados para o grupo I (3 dias AA; AA de 30 dias incluindo 7500 termociclos entre 6,5 e 60°C; AA de 150 dias incluindo 37.500 termociclos). Após 24 h, a média de RT variou entre 21 MPa (grupo III) e 30-35 MPa (grupos restantes). Com exceção do AA de 3 dias, o RT foi estatisticamente significativamente reduzido pelo envelhecimento. A maior redução foi observada para os espécimes silicatizados (grupo III, RT médio após envelhecimento: 9,8 MPa). Concluiu-se que em um ambiente clínico simulado com contaminação por saliva e silicone, protocolos de condicionamento baseados em condicionamento HF foram usados para DLZ com sucesso aceitável em termos de resistência de união a longo prazo. A silicatização triboquímica de DLZ não pode ser recomendada porque foi associada com baixa resistência de união após envelhecimento prolongado. Além disso, em um ambiente clínico simulado com contaminação de saliva e silicone, protocolos de condicionamento baseados em condicionamento com HF foram usados para vitrocerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia com sucesso aceitável em termos de resistência de união a longo prazo.

Colombo, Murillo-Gómez e De Goes (2019) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar o efeito de diferentes tratamentos de superfície na morfologia superficial de cerâmicas CAD/CAM e na sua resistência de união ao cimento. Para isso, sessenta amostras foram cortadas de cada um dos três materiais (cerâmica de vidro de dissilicato de lítio, vitrocerâmica à base de leucita, cerâmica infiltrada por polímero) e foram tratadas da seguinte forma (n =10): 1.sem tratamento; 2. Ácido fluorídrico a 5% aplicado por 20s mais silano (HF5% 20s); 3. Ácido fluorídrico a 5% aplicado por 60s mais silano (HF5% 60s); 4. Ácido fluorídrico a 10% aplicado por 20s mais silano (HF10% 20s); 5. Ácido fluorídrico a 10% aplicado por 60s mais silano (HF10% 60s); 6.primér cerâmico autocondicionante. Amostras cerâmicas foram cimentadas a substratos de resina composta pré-polimerizada com cimento resinoso. Cada conjunto foi cortado em espécimes em forma de bastão ($1 \pm 0,3 \text{ mm}^2$). Após 24 horas de armazenamento em água, a resistência de união à microtração foi medida. O padrão de falha e a morfologia da superfície foram avaliados por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Ambos os fatores influenciaram significativamente a resistência de união à microtração, enquanto nenhuma interação entre os fatores foi encontrada. A cerâmica infiltrada por polímero apresentou valores de resistência de união à microtração estatisticamente maiores que a cerâmica de dissilicato de lítio e a cerâmica à base de leucita, enquanto os tratamentos de superfície HF5% 20s, HF5%

60s, HF10% 20s, HF10% 60s e primer cerâmico autocondicionante, não apresentaram diferenças estatísticas entre eles, embora tenham resultado em resistência de união significativamente maior do que grupo sem tratamento. Um alto número de falhas no pré-teste foi detectado nos grupos de controle para todos os materiais. O primer cerâmico autocondicionante produziu alterações superficiais menos extensas do que todos os tratamentos HF. Concluiu-se que todos os tratamentos com ácido fluorídrico testados mostraram eficácia de ligação cimento-cerâmica semelhante. O primer cerâmico autocondicionante produziu menos alterações de superfície e eficácia de ligação comparável em comparação com a aplicação separada ácido fluorídrico/primer silano, sendo que protocolos de condicionamento mais suaves devem ser recomendados para tratar materiais vitrocerâmicos, a fim de preservar sua integridade estrutural.

Murillo-Gómez e De Goes (2019) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar o efeito de um primer cerâmico autocondicionante na rugosidade da superfície do material tratado e na resistência de união entre um cimento resinoso e 3 vitrocerâmicas CAD-CAM após curto e longo armazenamento. Para isso, placas de 3 materiais (n=10), vitrocerâmica de dissilicato de lítio (DL) (IPS e.max CAD), vitrocerâmica à base de leucita (LEU) (IPS Empress CAD) e cerâmica modificada por resina (VE) (VITA ENAMIC), foram tratados da seguinte forma: sem tratamento (SET), HF (5%) aplicado no tempo recomendado para cada material (HF) e primer cerâmico autocondicionante (Monobond Etch & Prime [MEP]). A rugosidade da superfície (RS) foi analisada com um perfilador 3D a laser. Bastões de cerâmica (n=20) foram submetidos a nenhum tratamento (SET); tratamento com ácido fluorídrico mais silano (HF+S); e tratamento com primer cerâmico autocondicionante (MEP) cimentado em bastão de resina composta pré-polimerizada com cimento resinoso (Variolink II) e armazenado por 24 horas e 1 ano (n=10). Os conjuntos foram submetidos ao ensaio de resistência de união à microtração (μ RUT). Apenas os fatores individuais resultaram em diferenças estatisticamente significativas para ambas as variáveis (material: $P < 0,001$; tratamento de superfície: $P = 0,020$), interação ($P = 0,570$). O grupo HF ($0,49 \pm 0,11 \mu\text{m}$) apresentou valores de rugosidade estatisticamente maiores ($P \leq 0,05$) do que os grupos controle ($0,44 \pm 0,97 \mu\text{m}$), enquanto o MEP ($0,48 \pm 0,11 \mu\text{m}$) foi comparável a ambos. HF produziu maiores alterações de superfície que MEP e SET. VE ($0,60 \pm 0,051 \mu\text{m}$) apresentou valores de rugosidade significativamente maiores ($P \leq 0,05$) que DL ($0,37 \pm 0,07 \mu\text{m}$) e LEU ($0,45 \pm 0,04$). Em relação ao μ RUT, a

média geral de VE ($24,6 \pm 10,1$ MPa) foi maior ($P \leq 0,05$) do que LEUs ($14,7 \pm 6,7$ MPa) e DLs ($13,1 \pm 4,8$ MPa), enquanto os grupos de tratamento HF+S ($17,9 \pm 10,0$ MPa) e MEP ($20,5 \pm 9,7$ MPa) produziram valores de μ RUT mais elevados do que os grupos controle ($14,2 \pm 5,5$ MPa). A falha adesiva foi associada a valores baixos de μ RUT e amostras envelhecidas, enquanto falhas coesivas dentro da camada de resina composta-cimento e falhas mistas foram associadas a valores mais altos de μ RUT. O descolamento da interface foi detectado nos grupos SET para DL e LEU. VE exibiu melhor estabilidade de interface. Concluiu-se que o MEP produziu superfícies mais lisas do que o HF. HF+S e MEP melhoraram significativamente a adesão de cimentos cerâmicos e de resina composta. Com isso, o primer cerâmico autocondicionante forneceu uma resistência de união cerâmica/cimento semelhante ao condicionamento HF e aplicação de silano, sendo que ambos os tratamentos são afetados pelo armazenamento de água. Por fim, temos que a nova cerâmica modificada por resina composta (VE) exibiu melhor ligação com o cimento de resina composta e maior rugosidade de superfície inerente do que a vitrocerâmica de dissilicato de lítio ou a cerâmica à base de leucita.

Siqueira et al. (2019) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar o efeito da combinação de ácido fluorídrico (HF) a 5% e silano (S) com o primer cerâmico autocondicionante no armazenamento imediato e após 1 ano de armazenamento em água na eficácia de união, padrão de condicionamento (PC) e interação química (IQ) do dissilicato de lítio. Para isso, um total de 16 blocos CAD/CAM de dissilicato de lítio (DL) foram cortados em quatro seções quadradas ($n=64$). Para avaliação da eficácia da cimentação, os espécimes de DL foram divididos em 4 grupos ($n=10$): 1) HF+S; 2) primer cerâmico autocondicionante (MEP); 3) HF+MEP; 4) MEP+S. Após cada tratamento, um sistema adesivo foi aplicado e as matrizes Tygon foram preenchidas com um cimento resinoso dual, seguido de fotopolimerização. Amostras de cilindro ($0,8 \text{ mm} \times 0,5 \text{ mm}$) foram armazenados em água ($37 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 h ou 1 ano) e submetidos ao teste μ RUC (2-way ANOVA e teste de Tukey; $\alpha=0,05$). PC e IQ foram avaliados apenas qualitativamente. Não foi observada diferença significativa na μ RUC entre os grupos ($p=0,73$), mas foi observada redução da μ RUC após 1 ano de armazenamento em água ($p>0,0001$). Após a aplicação de HF+S e MEP, observou-se redução no número de ligações de siloxano, sugerindo o acoplamento do S na superfície do DL. HF ou HF+MEP produziram uma maior dissolução da matriz vítrea do que o uso de MEP sozinho. Concluiu-se que o MEP pode ser uma alternativa ao

tratamento cerâmico tradicional, uma vez que a interação química e a resistência de união a longo prazo foram semelhantes entre os dois grupos. Ademais, a associação do ácido fluorídrico ou do agente de acoplamento silano com um primer cerâmico autocondicionante não trouxe benefícios em termos de interação química e estabilidade.

Tribst et al. (2019) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar a influência de diferentes métodos de condicionamento de superfície cerâmica na carga de falha por fadiga de restaurações de vitrocerâmica de dissilicato de lítio cimentadas adesivamente. Para isso, foram produzidos discos de cerâmica (IPS e.max CAD, Ivoclar Vivadent) ($\varnothing = 10$ mm; espessura = 1,2 mm) e resina epóxi ($\varnothing = 10$ mm; espessura = 2,3 mm). As superfícies de cimentação cerâmica foram tratadas da seguinte forma: sem condicionamento e aplicação apenas de primer MPS-silano (S); condicionamento com ácido fluorídrico (HF) 10% por 20s seguido de aplicação de primer (HF + S); HF + aplicação de adesivo universal multimodo (HF + AU); condicionamento com um primer de condicionamento de uma etapa (MEP); HF + primer + adesivo convencional (HF + S + AC). Os discos de resina epóxi foram condicionados com HF 10% por 20s seguido de uma camada de agente de união (Multilink Primer A+B). Pares de discos de cerâmica/resina epóxi foram cimentados com cimento composto (Multilink N, Ivoclar Vivadent). A carga média de falha por fadiga foi determinada pelo método da escada (100.000 ciclos na frequência de 20 Hz; carga inicial = 1435 N; tamanho do passo = 72 N). MEP teve a maior carga de falha por fadiga, seguido pelos grupos HF, enquanto a condição não condicionada (grupo S) teve a menor. Todas as amostras apresentaram trincas radiais originadas de defeitos na superfície cerâmica condicionada (interface). Concluiu-se que diferentes protocolos de condicionamento de superfície para vitrocerâmica de dissilicato de lítio influenciaram a carga de falha por fadiga do sistema colado. O condicionamento físico-químico simultâneo com primer cerâmico autocondicionante de uma etapa promoveu os melhores resultados de comportamento à fadiga das restaurações vitrocerâmicas. Isso pode indicar que esse condicionamento em uma etapa reduz o número de falhas na superfície cerâmica devido às alterações superficiais mais leves do que aquelas produzidas pelo condicionamento com ácido fluorídrico, melhorando o comportamento à fadiga. Além disso, após o condicionamento HF, o uso de adesivos não aumentou a carga de falha por fadiga em comparação com a aplicação de silano sozinho.

Donmez, Okutan e Yucel (2020) realizaram um estudo *in vitro* com o objetivo de avaliar a influência de diferentes concentrações e durações de ácido fluorídrico (HF) e condicionamento Monobond Etch & Prime (MEP) na rugosidade da superfície de diferentes materiais CAD/CAM e na resistência ao cisalhamento de uma resina autoadesiva cimentada aos materiais. Para isso, setenta espécimes de cerâmica híbrida, vitrocerâmica à base de leucita, vitrocerâmica dissilicato de lítio e vitrocerâmica dissilicato de lítio reforçado com zircônia foram preparadas e divididas em sete grupos de acordo com os tratamentos de superfície: Controle (C); MEP atacado por 60s (MEP60) e 120s (MEP120); 5% HF atacado por 60s (HF-5%60) e 120s (HF-5%120); 9,5%HF atacado por 60s (HF-9,5%60) e 120s (HF-9,5%120). A rugosidade da superfície foi medida usando um perfilômetro 3D. Todos os grupos foram tratados com primer universal, exceto o C, MEP60, e MEP120. Um cimento resinoso autoadesivo foi cimentado em todos os espécimes, e as resistências de união foram medidas usando uma máquina de ensaio universal. Todos os tratamentos de superfície aumentaram tanto a rugosidade da superfície quanto a resistência ao cisalhamento comparados ao controle em cada material. Nem a duração dos tratamentos de superfície nem as concentrações de ácido HF tiveram um efeito estatisticamente significativo na resistência ao cisalhamento. Portanto, concluiu-se que o condicionamento com ácido fluorídrico com aplicação subsequente de silano consolidou sua posição como o padrão-ouro de tratamentos de superfície para cerâmicas de vidro. No entanto, a toxicidade e volatilidade do HF ainda levantam dúvidas quanto ao uso intraoral deste material. Os materiais restauradores CAD/CAM disponíveis comercialmente têm sido tratados com diferentes concentrações e durações de HF, e mesmo assim, alterar o procedimento não resultou em diferenças estatisticamente significativas. O condicionamento MEP pode ser considerado um método de tratamento de superfície promissor, pois aumentou acentuadamente os valores de resistência ao cisalhamento. Além disso, o condicionamento MEP com maior tempo de aplicação e reação resultou em valores de resistência ao cisalhamento comparáveis aos observados com condicionamento HF a 5% com duração de 60s para todos os materiais exceto a vitrocerâmica de dissilicato de lítio.

Fonzar et al. (2020) realizaram uma pesquisa para avaliar a influência da concentração de ácido fluorídrico (HF) e do tempo de condicionamento na resistência de união ao microcisalhamento (μ RUC) de RelyX Unicem 2 (3M Oral Care) para VITA Suprinity (Vita Zahnfabrik; cerâmica de vidro de dissilicato de lítio reforçada com

zircônia: DLZ) e IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent; vitrocerâmica de dissilicato de lítio: DL). Para isso, quarenta e oito barras foram fabricadas de DLZ e DL com Cerec InLab MC-XL. Para cada material, 8 grupos foram formados com relação ao tempo de condicionamento (20, 40, 60, 120s) e concentração de HF (4,9% e 9,5%). Em cada grupo, após condicionamento e silanização, 15 espécimes cilíndricos de RelyX Unicem 2 foram construídos para teste de μ RUC com um dispositivo especial. Os dados foram analisados usando ANOVA de três vias. Os modos de falha foram avaliados usando um estereomicroscópio óptico, classificados como adesivos, coesivos em resina ou cerâmica ou mistos. Os modos de falha foram analisados estatisticamente usando o Teste Exato de Fisher. Uma barra por grupo foi preparada para observação MEV da superfície atacada. DLZ mostrou forças de união significativamente maiores do que DL ($p < 0,001$). A concentração do ácido foi um fator influente com resistências superiores após o condicionamento de 4,9% HF ($p = 0,009$). O tempo de condicionamento não afetou significativamente a adesão ($p = 0,066$). A interação material-condicionamento foi estatisticamente significativa ($p = 0,004$). Particularmente para DLZ, o condicionamento de 4,9% HF obteve resistências de união significativamente maiores do que 9,5%. Usando 4,9% HF, a adesão foi significativamente maior em DLZ do que em DL. Concluiu-se que a resistência de ligação do cimento resinoso significativamente maior foi medida em DLZ do que em DL. A adesão ao DLZ foi mais forte após o condicionamento com 4,9% HF do que com 9,5% HF. A concentração de HF não influenciou a adesão ao DL. O condicionamento por mais de 20s não aumentou a resistência de união a nenhuma das cerâmicas.

Lima et al. (2020) realizaram uma pesquisa para investigar a influência de diferentes tratamentos de superfície na resistência à flexão biaxial, rugosidade e topografia superficial de cerâmicas à base de silicato/dissilicato de lítio. Para isso, 25 discos (\emptyset : 12 mm; 1,2 mm - ISO 6872) foram confeccionados a partir de três cerâmicas: IPS e.max CAD (LD - Ivoclar Vivadent), Suprinity (LSS - Vita) e Celtra Duo (LSC - Dentsply). As amostras foram divididas aleatoriamente em 5 grupos ($n = 15$): sem tratamento (SET); ácido fluorídrico a 10% + silano (HF); jateamento de Al_2O_3 + silano (JA); silicatização + silano (SC); e primer cerâmico autocondicionante (PCA). Após o tratamento de superfície, uma camada de cimento resinoso foi aplicada na superfície do disco (RelyX U200, 3M ESPE), ciclado mecânico ($1,2 \times 10^6$ ciclos, 50 N, 3,8 Hz) e submetidos ao teste de resistência à flexão biaxial (1 mm/min, 1000 Kgf).

Rugosidade, espectroscopia de energia dispersiva de raios-x e microscópio eletrônico de varredura também foram realizados. Os grupos LD-HF ($289,30 \pm 40$), LD-PCA ($298,87 \pm 53,29$), LSC-HF ($195,51 \pm 42,12$), LSS-HF ($269,58 \pm 27,07$) e LSS-PCA ($207,45 \pm 28,63$) apresentaram valores significativamente maiores de força de flexão biaxial do que os respectivos grupos controle, exceto para o LSC-PCA ($165,41 \pm 33,86$), que foi estatisticamente semelhante ao controle. O módulo de Weibull foi significativamente maior para os grupos LD-JA, LSC-SC. Além disso, os grupos LD-JA, LSC-SC e LSS-HF apresentaram maior rugosidade em relação aos demais tratamentos. Concluiu-se que o condicionamento HF seguido de silanização e primer cerâmico autocondicionante são os tratamentos de superfície que promoveram maior resistência à flexão às vitrocerâmicas avaliadas neste estudo. Jateamento com Al_2O_3 apresentou maior rugosidade e promoveu danos superficiais em todas as cerâmicas avaliadas. Já o primer cerâmico autocondicionante apresentou os menores valores de rugosidade entre os tratamentos testados. Além disso, o jateamento com Al_2O_3 e a silicatização, apesar de ser uma opção para o tratamento de cerâmicas à base de zircônia, promoveu mais alterações agressivas nas superfícies da cerâmica testada e, portanto, não são recomendados por reduzir a resistência à flexão da restauração baseada na cerâmica testada.

Souza et al. (2020) realizaram um relato de caso sobre as etapas de uma reabilitação estética com facetas ultrafinas e coroa total à base de dissilicato de lítio tratada com primer cerâmico (Monobond Etch & Prime, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). A adesão é um fator chave para o sucesso a longo prazo das restaurações cerâmicas. Para certos tipos de restauração, como facetas ultrafinas, a retenção na superfície do dente depende exclusivamente da micromecânica e retenção química entre o substrato dentário, cimento resinoso e faceta cerâmica. O tratamento da superfície interna da cerâmica é fundamental para uma ligação mais alta e estável através da criação de micro-retenção, aumento da energia superficial e formação de uma superfície quimicamente ativa para o adesivo e cimento resinoso. O padrão ouro para o tratamento superficial de cerâmicas à base de sílica é a aplicação de ácido fluorídrico (HF) e silano. As cerâmicas à base de sílica são sensíveis aos ácidos porque possuem uma grande quantidade de fase vítrea, que é suscetível a uma dissolução seletiva do condicionamento ácido. Esta característica, aliada às excelentes propriedades ópticas, faz da vitrocerâmica a primeira escolha para restaurações estéticas. No entanto, apesar de sua ampla utilização e eficácia

comprovada, o protocolo convencional com HF e silano apresenta algumas desvantagens como a alta toxicidade do HF e o enfraquecimento da cerâmica em aplicações ácidas excessivamente longas, que podem afetar a resistência mecânica. O primer cerâmico autocondicionante Monobond Etch & Prime (MEP, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foi lançado recentemente como uma alternativa para o tratamento superficial de cerâmicas à base de sílica para superar as limitações dos procedimentos convencionais. Sua composição inclui polifluoreto de amônio, que atua como agente condicionador, e metacrilato de silano, que atua como agente de ligação, unindo os procedimentos de condicionamento e silanização em uma única etapa. As vantagens deste produto são a simplificação da técnica, método de aplicação único para os diferentes tipos de sistemas cerâmicos, prevenção de condicionamento excessivo mesmo após um tempo de aplicação prolongado, e a maior segurança e biocompatibilidade. O padrão de condicionamento gerado pela MEP é mais superficial e menos evidente que o produzido pela HF. Entretanto, a resistência de união dos corpos de prova cerâmicos tratados com o primer autocondicionante é semelhante à observada com o protocolo convencional. Portanto, o uso do primer cerâmico autocondicionante combina as etapas de condicionamento ácido e silanização em procedimentos de cimentação de restaurações cerâmicas. O protocolo é uma alternativa mais simples e segura ao protocolo convencional para tratamento de superfície de cerâmicas à base de sílica. Após dois anos de acompanhamento clínico, as restaurações apresentaram desempenho estético e funcional satisfatórios, estabilidade de cor, integridade superficial e marginal, ausência de trincas e descolamento.

Sudré et al. (2020) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar o efeito de diferentes concentrações e tempo de aplicação do ácido fluorídrico (HF), com e sem etapa de condicionamento adicional com ácido fosfórico a 37% (H_3PO_4), na rugosidade superficial de uma vitrocerâmica de dissilicato de lítio e na resistência de união formada entre a cerâmica e o cimento resinoso autoadesivo. Para isso, um total de 100 discos de cerâmica IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent), foram preparados da seguinte forma: grupo 1 permaneceu sem tratamento (grupo controle); nos grupos 5-20, 5-40 e 5-60, as superfícies foram condicionadas com HF 5% por 20, 40 e 60 segundos, respectivamente; nos grupos 10-20, 10-40 e 10-60, as superfícies foram condicionadas com HF 10% por 20, 40 e 60 segundos, respectivamente; e nos grupos 10-20P, 10-40P e 10-60P, as superfícies foram condicionadas com HF 10% por 20,

40 e 60 segundos, respectivamente, seguido de tratamento com ácido fosfórico 37% por 5 segundos. A rugosidade da superfície e a resistência de união foram analisadas com microscopia confocal e teste de microcisalhamento, respectivamente. Os valores obtidos foram analisados estatisticamente por meio do teste t pareado e ANOVA de duas vias seguido do teste post hoc de Tukey a um nível de significância de 5%. A rugosidade da superfície foi influenciada pela concentração e tempo de exposição do ácido aplicado ($P < 0,05$) e pela combinação desses dois fatores ($P < 0,05$). O tratamento com HF 10% por 40 segundos (grupo 10-40) obteve o maior valor de rugosidade. Em contraste, a resistência de união foi afetada apenas pelo tempo de exposição ao ácido ($P < 0,05$). Os corpos de prova tratados com HF exibiram valores de rugosidade superficial mais elevados do que o grupo controle ($P = .0015$), enquanto a aplicação de HF 10% por 20, 40 e 60 segundos produziu os maiores valores de rugosidade ($P = .001$). Valores semelhantes foram obtidos após tratamentos com 5% e 10% de HF seguido de tratamento com 37% de H_3PO_4 . Nas imagens obtidas com um microscópio eletrônico de varredura, foram observadas alterações significativas nas superfícies dos discos que foram gravados com 5% ou 10% de HF para vários tempos de exposição. Em particular, observou-se um maior número de depressões nas superfícies dos discos expostos a 10% de HF em comparação com os outros tratamentos. O tratamento com HF 5% por 40 segundos produziu o maior valor de resistência de união ($22,75 \pm 1,97$ MPa), enquanto o grupo controle apresentou o menor valor de resistência de união ($5,25 \pm 1,29$ MPa). Em todas as amostras do grupo controle, as falhas observadas foram adesivas e/ou mistas. Concluiu-se que o tratamento da superfície é essencial para a resistência da união ao microcisalhamento entre a cerâmica de dissilicato de lítio e o cimento autoadesivo e para criar rugosidade na cerâmica de dissilicato de lítio. No entanto, a concentração de ácido e o tempo de exposição são fatores importantes no tratamento de superfície. A concentração de ácido HF a 10% e o tempo de exposição de 20 a 40 segundos apresentaram os melhores resultados.

Azevedo et al. (2021) realizaram uma pesquisa com o intuito de avaliar a influência do tratamento de superfície na rugosidade, topografia e resistência ao cisalhamento de vitrocerâmicas de dissilicato de lítio reforçado com zircônia (DLZ) e feldspáticas (FEL) que são projetadas e fabricadas com auxílio de computador (CAD/CAM). Para isso, os corpos de prova das vitrocerâmicas feldspática e dissilicato de lítio reforçado com zircônia foram submetidos a três tipos de tratamentos de

superfície: 1.condicionamento com ácido fluorídrico (HF) 5% ou 10% em diferentes tempos de aplicação (20, 40 e 60s); 2.primer cerâmico autocondicionante (PCA) em diferentes tempos de aplicação (20, 40 e 60 s); 3.jateamento com óxido de alumínio (controle, 20s). Cilindros de cimento resinoso foram colados aos corpos de prova e testados em cisalhamento (n = 10) após 24h e após 16 meses de armazenamento em água. Rugosidade e topografia foram avaliados por força atômica (n = 10) e microscopia eletrônica de varredura. O jateamento com óxido de alumínio promoveu os maiores valores de rugosidade para os grupos DLZ, seguido pelo tratamento PCA por 40s ($p<0,05$). Ambos os tratamentos (jateamento com óxido de alumínio e PCA por 40s) exibiram rugosidade estatisticamente superior aos grupos com condicionamento com HF 5% e 10% (independente dos tempos de condicionamento) e PCA (para 20 e 60 s) ($p<0,05$). Ambos os tratamentos PCA (60s) e condicionamento com HF 5% (60s) apresentaram os menores valores de rugosidade entre os grupos DLZ ($p<0,05$). O condicionamento com HF 10% (20 e 40s) seguido de HF 10% por 60s produziu os maiores valores de rugosidade para a vitrocerâmica FEL ($p<0,05$). Jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com HF 5% apresentaram valores intermediários de rugosidade ($p>0,05$) para a vitrocerâmica FEL, mas ambos produziram maior rugosidade do que PCA, independentemente dos tempos de condicionamento ($p<0,05$). Dessa forma, o condicionamento com HF (5% e 10%) promoveu maior rugosidade para FEL do que DLZ, independentemente do tempo de condicionamento ($p<0,05$). O tratamento PCA por 40s foi o único a produzir maior rugosidade para DLZ em comparação com FEL ($p<0,05$). Com relação a topografia e resistência ao cisalhamento, para ambos os tempos de avaliação (24h e 16 meses), o condicionamento com HF 5% (20 e 60s) e HF 10% (40 e 60s) e jateamento com óxido de alumínio apresentaram topografia e resistência ao cisalhamento maior do que o obtido com PCA ($p<0,05$). O armazenamento em água reduziu significativamente a topografia e resistência ao cisalhamento do cimento resinoso para DLZ para todos os tratamentos ($p<0,05$). Aos 16 meses, o condicionamento com HF 10% (60 s) exibiu topografia e resistência ao cisalhamento maior do que HF 10% (20s), HF 5% (todos os tempos), jateamento e PCA (todos os tempos) ($p<0,05$), e não foi estatisticamente diferente do condicionamento de 10% HF por 40s. O PCA apresentou a menor topografia e resistência ao cisalhamento para as vitrocerâmicas DLZ, independentemente do tempo de avaliação ($p<0,05$). Em 24h, FEL tratado com HF 10% (todos os tempos), HF 5% (40 e 60s) e jateamento com óxido de alumínio não

exibiu diferenças significativas ($p > 0,05$) e rendeu maior topografia e resistência ao cisalhamento do que o tratamento PCA (20 e 40s). O armazenamento em água por 16 meses reduziu significativamente a topografia e resistência ao cisalhamento do cimento resinoso para FEL para a maioria dos tratamentos ($p < 0,05$), exceto para jateamento com óxido de alumínio e HF 5% por 20s ($p > 0,05$). Aos 16 meses, jateamento, HF 5%(todos os tempos) e HF 10% (20s) apresentaram topografia e resistência ao cisalhamento maior do que 10% HF (40s) e PCA (todos os tempos) ($p < 0,05$). Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre as vitrocerâmicas DLZ e FEL, independentemente do tempo de avaliação e tratamento ($p > 0,05$). Concluiu-se que os tratamentos de superfície influenciaram a rugosidade, a topografia e as resistências de união imediatas e de longo prazo do cimento resinoso às vitrocerâmicas DLZ e FEL CAD/CAM. De acordo com os resultados e com base na aplicabilidade clínica e no fato de que tempos de aplicação menores apresentaram resultados semelhantes, o condicionamento com HF 10% (40s) proporcionou melhores resultados para dissilicato de lítio reforçado com zircônia, enquanto 5% ou 10% HF (20s) foi adequado para feldspática.

Yu e Wang (2021) realizaram uma pesquisa com o objetivo de avaliar a resistência de união ao microcisalhamento (μ RUC) do cimento resinoso a uma vitrocerâmica de dissilicato de lítio condicionada com diferentes procedimentos de tratamento de superfície. Para isso, blocos de vitrocerâmica de dissilicato de lítio foram divididos aleatoriamente em cinco grupos ($n = 10$) de acordo com diferentes procedimentos de tratamento de superfície: o grupo sem tratamento de superfície (SET) não foi tratado; o grupo ácido fluorídrico (HF) foi condicionado com 4,5% de HF; o grupo silano (S) foi condicionado com um agente de acoplamento de silano; o grupo ácido fluorídrico e silano (HFS) foi condicionado com HF seguido pelo agente de acoplamento silano; e o grupo Monobond Etch & Prime (MEP) (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foi condicionado com o primer autocondicionante de uma etapa MEP. O cimento resinoso foi aplicado nas superfícies cerâmicas e fotopolimerizado. Um teste de μ RUC foi realizado. Também foram realizadas análises de falhas, ensaios de rugosidade superficial, topografia de superfície e análise elementar. O grupo MEP resultou em μ RUC comparável ao grupo HFS ($16,9 \pm 4,3$ MPa e $16,0 \pm 2,2$ MPa, respectivamente), mas um μ RUC significativamente maior que o SET ($1,0 \pm 0,9$ MPa), HF ($8,9 \pm 3,9$ MPa) e Grupos S ($12,6 \pm 2,5$ MPa). A falha adesiva foi observada principalmente nos grupos SET e HF, enquanto os grupos S,

HFS e MEP demonstraram a falha mais mista. Embora as micrografias revelassem uma superfície áspera no grupo HF, nenhuma diferença significativa foi encontrada em nenhum outro grupo. Foi possível concluir, dentro das limitações deste estudo, que o μ RUC do cimento resinoso à vitrocerâmica de dissilicato de lítio condicionado com MEP é tão eficiente quanto o tratado com HF e silano.

4 DISCUSSÃO

O sucesso clínico das restaurações cerâmicas depende de uma adequada adesão entre o substrato dentário e o material restaurador (SOUZA et al., 2020; TIAN et al., 2014). O tratamento da superfície interna da cerâmica é fundamental para uma ligação forte e estável através da criação de microretenção, aumento da energia superficial e formação de uma superfície químicamente ativa para o adesivo e o cimento resinoso (SOUZA et al., 2020). A ligação cerâmica-cimento-dente estará sujeita a um ambiente complexo na cavidade oral, sendo influenciada por vários fatores extrínsecos, como mudança de temperatura, saliva, ingestão diária de alimentos e bebidas, força de mordida e outros hábitos (TIAN et al., 2014). Dessa forma, a qualidade da união é de importância crescente e é um fator dominante necessário para o sucesso a longo prazo das restaurações de vitrocerâmicas (SOUZA et al., 2020; TIAN et al., 2014).

O tratamento de superfície através do condicionamento com HF e aplicação de silano é um dos métodos mais eficazes e indicados para cerâmicas vítreas (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA et al., 2018; EL-DAMANHOURY e GAINANTZOPOULOU, 2017; LISE et al., 2015; MARUO et al., 2017; SOUZA et al., 2020; STRASSER et al., 2018; TIAN et al., 2014), sendo que a microrugosidade e o padrão de microretenção que é alcançado pelo condicionamento com HF garantem uma ligação de longo prazo entre os cimentos resinosos e os materiais cerâmicos (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA et al., 2018). Porém, apesar de sua ampla utilização e eficácia comprovada, o protocolo convencional com HF e silano apresenta algumas desvantagens como a alta toxicidade do HF e o enfraquecimento da cerâmica em aplicações ácidas excessivamente longas, que podem afetar a resistência mecânica (OZCAN, ALLAHBEICKARAGHI e DUNDAR, 2012; DONMEZ, OKUTAN e YUCEL, 2020; SOUZA et al., 2020).

Dentro desse contexto, é importante destacar que o efeito do condicionamento ácido é influenciado por diferentes variáveis, como tipo de ácido, a concentração e o tempo de exposição (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA et al., 2018). Para a vitrocerâmica de dissilicato de lítio, Murillo-Gómez, Palma-Dibb e De Goes (2018), apontaram que diferentes protocolos de condicionamento ácido produzem alterações superficiais e internas na configuração microestrutural da cerâmica, mas que o

protocolo de HF 5% por 20 segundos demonstrou alterações estruturais menos agressivas, sendo um protocolo também indicado por outros estudos (KALAVACHARLA et al., 2015; PUPPIN-RONTANI et al., 2017; PROCHNOW et al., 2018). Entretanto, segundo Sudré et al. (2020) a concentração de HF a 10% e o tempo de exposição de 20 a 40 segundos apresentaram os melhores resultados para a rugosidade superficial de uma vitrocerâmica de dissilicato de lítio e na resistência de união formada entre a cerâmica e o cimento resinoso autoadesivo.

Colombo, Murillo-Gómez e De Goes (2019) verificaram que todos os tratamentos com HF testados (HF5% 20s, HF5% 60s, HF10% 20s, HF10% 60s) mostraram eficácia de ligação cimento-cerâmica semelhante na morfologia superficial de cerâmicas de dissilicato de lítio. Já para Zogheib et al. (2011), o aumento do tempo de condicionamento ácido influenciou na rugosidade de superfície e, além disso, o aumento do tempo de condicionamento influenciou na resistência flexural de uma cerâmica à base de dissilicato de lítio, que diminuiu após o condicionamento com HF. Porém, para Fonzar et al. (2020), o condicionamento por mais de 20s não aumentou a resistência de união à cerâmica de dissilicato de lítio.

Para a cerâmica de dissilicato de lítio reforçada por zircônia, Barchetta et al. (2019), observaram que os tempos de condicionamento com HF 10% mais longos (40 e 60 segundos) aumentaram a resistência à flexão biaxial da cerâmica, devido à atenuação dos defeitos causados pela degradação do conteúdo de vidro. Com 20 segundos de condicionamento ácido, a aplicação de uma camada de cimento resinoso sobre a superfície condicionada promoveu o mesmo efeito ao fluir para dentro dos defeitos superficiais, atenuando-os e aumentando a resistência da cerâmica. O condicionamento com HF 10% por 20 ou 40s foi indicado por outros estudos para produção de uma união de resina estável a uma cerâmica (AZEVEDO et al., 2021; SATO et al., 2016). Porém, para Monteiro et al. (2017), para melhorias de carga de fadiga da cerâmica, é recomendado o uso do de condicionamento ácido com HF 10% por 90s. Além disso, o condicionamento com HF a 5%, independente do tempo (30s, 60s ou 90s), mostrou não alterar o comportamento à fadiga da cerâmica.

Já em relação ao condicionamento com HF para a cerâmica reforçada por leucita, Colombo, Murillo-Gómez e De Goes (2019), observaram que todos os tratamentos com HF testados (HF5% 20s, HF5% 60s, HF10% 20s, HF10% 60s) mostraram eficácia de ligação cimento-cerâmica semelhante na morfologia superficial. Todavia, para Murillo-Gómez, Palma-Dibb e De Goes (2018), a cerâmica reforçada

por leucita sofre maiores alterações morfológicas, com isso, o condicionamento com HF5% por 20s demonstrou ação menos prejudicial para integridade microestrutural superficial e a profundidade de dissolução da fase vítrea.

Segundo Venturini et al. (2017), para as cerâmicas feldspáticas, o condicionamento ácido com HF a 5% por 60 segundos reduziu as cargas de falha por fadiga e, portanto, não seria recomendado. Entretanto, para Azevedo et al. (2021), o condicionamento com HF 5% ou 10% por 20s foi adequado para feldspática quando observadas a rugosidade, topografia e a resistência ao cisalhamento.

O primer cerâmico autocondicionante, foi lançado como uma alternativa para o tratamento superficial de cerâmicas à base de sílica para superar as limitações dos procedimentos convencionais (SOUZA et al., 2020), sendo que sua composição une os procedimentos de condicionamento e silanização em uma única etapa (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA et al., 2018; SOUZA et al., 2020). As vantagens deste produto são a simplificação da técnica, método de aplicação único para os diferentes tipos de sistemas cerâmicos, prevenção de condicionamento excessivo mesmo após um tempo de aplicação prolongado, e a maior segurança e biocompatibilidade (SOUZA et al., 2020).

Colombo, Murillo-Gómez e De Goes (2019) verificaram que para a cerâmica de dissilicato de lítio o PCA produziu menos alterações de superfície e eficácia de ligação comparável em comparação com a aplicação separada HF/silano, sendo que protocolos de condicionamento mais suaves devem ser recomendados para tratar materiais vitrocerâmicos, a fim de preservar sua integridade estrutural. Outros estudos também mostraram que o PCA apresenta resultados comparáveis ao condicionamento com HF (DONMEZ, OKUTAN e YUCEL, 2020; EL-DAMANHOURY e GAINANTZOPOULOU, 2017; LIMA et al., 2020; MURILLO-GÓMEZ; PALMA-DIBB; DE GOES, 2018; SIQUEIRA et al., 2019; WILLE, LEHMANN e KERN, 2017; YU e WANG, 2021). Contudo, para Prado et al. (2018), o HF + silano resultou em uma resistência de união ao microcisalhamento média mais alta do que Monobond Etch & Prime; no entanto, Monobond Etch & Prime teve uma ligação estável após o envelhecimento. E para, Tribst et al. 2019, o condicionamento físico-químico simultâneo com PCA de uma etapa promoveu os melhores resultados de comportamento à fadiga das restaurações vitrocerâmicas. Isso pode indicar que esse condicionamento em uma etapa reduz o número de falhas na superfície cerâmica

devido às alterações superficiais mais leves do que aquelas produzidas pelo condicionamento com HF, melhorando o comportamento à fadiga.

Para cerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia, Donmez, Okutan e Yucel (2020) observaram que o condicionamento com PCA pode ser considerado um método de tratamento de superfície promissor, pois aumentou acentuadamente os valores de resistência ao cisalhamento. Além disso, o condicionamento PCA com maior tempo de aplicação e reação (120s) resultou em valores de resistência ao cisalhamento comparáveis aos observados com condicionamento HF a 5% com duração de 60s.

Murillo-Gómez e De Goes (2019) analisaram que para a cerâmica reforçada por leucita o PCA forneceu uma resistência de união cerâmica/cimento semelhante ao condicionamento HF e aplicação de silano, o que foi de concordância a outros estudos (COLOMBO, MURILLO-GÓMEZ e DE GOES, 2019; DONMEZ, OKUTAN e YUCEL, 2020).

Segundo Prado et al. (2018), para a cerâmica feldspática, o condicionamento com PCA foi inferior ao condicionamento com HF e aplicação de silano, já que resultou em uma resistência de união ao microcisalhamento média mais baixa. Porém, o PCA teve uma ligação estável após o envelhecimento. Todavia, o estudo de Tribst et al. (2018) mostrou que o PCA foi capaz de fornecer uma adesão ainda maior do que HF+silano a um cimento resinoso e, com isso, considerando os resultados positivos obtidos para os tratamentos de superfície e os riscos potenciais associados aos procedimentos de HF, sugere-se que o sistema autocondicionante seja ideal para manter as ligações adesivas em vitrocerâmicas.

A abrasão por jateamento de óxido de alumínio (Al_2O_3) é outro método de tratamento de superfície e pode ser usado para tratar todos os tipos de cerâmica (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA et al., 2018). Segundo Menees et al. (2014), para as cerâmicas de dissilicato de lítio, a abrasão por jateamento de óxido de alumínio a pressões superiores a 100 kPa reduz significativamente a resistência à flexão desses materiais, criando áreas altamente concentradas de estresse mecânico e microfraturas na microestrutura da superfície. O condicionamento com HF deve ser o tratamento de superfície preferido para aumentar a retenção para adesão ao dissilicato de lítio por causa de sua distribuição mais uniforme e alteração menos severa da superfície da restauração. Tal achado está em concordância com outro estudo revisado (ATAOL e ERGUN, 2018).

Para as cerâmicas de dissilicato de lítio reforçadas por zircônia, Azevedo et al. (2021) juntamente com Ataol e Ergun (2018) verificaram que o condicionamento com HF foi mais eficaz do que o jateamento com óxido de alumínio.

Borges et al. (2003) observaram que para a cerâmica reforçada por leucita houve uma semelhança entre os resultados com o condicionamento com HF e a abrasão por jateamento com óxido de alumínio (sendo essas partículas com 50µm óxido de alumínio), já que ambos aumentaram as irregularidades na superfície das cerâmicas.

Segundo Azevedo et al. (2021) o melhor tratamento de superfície para as cerâmicas feldspáticas, seria o condicionamento com HF 5% ou 10% por 20s, já que apresentou capacidade superior de aumento de rugosidade e alterações mais pronunciadas na morfologia da superfície do que o jateamento.

A silicatização triboquímica (jateamento de Al_2O_3 com partículas revestidas com sílica) é um tratamento de superfície utilizado usado, principalmente, em cerâmicas de óxido, que apresentam pouco silício na sua composição, já que o condicionamento ácido não terá qualquer impacto na morfologia da superfície cerâmica (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA et al., 2018). Ela promove a formação de rugosidade e a deposição de sílica na superfície cerâmica, tornando-a quimicamente reativa para a adesão do cimento resinoso através do silano (LIMA et al., 2020). Para Bomicke et al. (2019) protocolos de condicionamento baseados em condicionamento HF são usados para a cerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia com sucesso aceitável em termos de resistência de união a longo prazo. Já a silicatização triboquímica não pode ser recomendada porque foi associada com baixa resistência de união após envelhecimento prolongado.

Além disso, segundo Lima et al. (2021), a silicatização, apesar de ser uma opção para o tratamento de cerâmicas à base de zircônia, promoveu mais alterações agressivas nas superfícies da cerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia, portanto, não é recomendada por reduzir a resistência à flexão.

Para alcançar uma boa qualidade de adesão é importante considerar o tipo de cerâmica, as características da superfície e as propriedades mecânicas desejadas, para assim escolher o melhor protocolo de condicionamento. A busca por métodos mais seguros e eficazes, pode contribuir para o aprimoramento das restaurações cerâmicas e o sucesso a longo prazo.

5 CONCLUSÃO

A partir do presente estudo foi possível concluir que:

- O tratamento de superfície com ácido fluorídrico e silano apresenta ótimos resultados para a cimentação de vitrocerâmicas, sendo considerado o padrão ouro, já que garante uma ligação de longo prazo entre o cimento resinoso e o material cerâmico. Para a cerâmica de dissilicato de lítio o condicionamento com ácido fluorídrico deve ser feito com HF5% por 20 segundos. Para a cerâmica de dissilicato de lítio reforçada com zircônia deve-se usar o condicionamento com HF10% 40 segundos. Para a cerâmica reforçada por leucita é preferível o condicionamento com HF5% por 20 segundos. Já para a cerâmica feldspática, a aplicação de um condicionamento com HF 5% ou 10% por 20 segundos é recomendado.
- A utilização do protocolo com primer cerâmico autocondicionante é indicado para o tratamento de superfície das vitrocerâmicas, já que reduz o número de falhas na superfície cerâmica devido às alterações superficiais mais leves, sendo um tratamento que apresenta resultados semelhantes ao tratamento com ácido fluorídrico e silano.
- A abrasão por jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3) é um tratamento de superfície que pode causar áreas concentradas de estresse mecânico e microfraturas na microestrutura da superfície, dessa forma, deve ser utilizado com cautela, para evitar falhas mecânicas das vitrocerâmicas.
- A silicatização triboquímica não é indicada como tratamento de superfície de vitrocerâmicas, por causar alterações agressivas na superfície da cerâmica, estando associada com baixa resistência de união após envelhecimento prolongado.

REFERÊNCIAS

ATAOL, A. S.; ERGUN, G. Effects of surface treatments on repair bond strength of a new CAD/CAM ZLS glass ceramic and two different types of CAD/CAM ceramics. **Journal of Oral Science**, v. 60, n. 2, p. 201-211, 2018.

AZEVEDO, V. L. B. et al. Surface treatments on CAD/CAM glass–ceramics: Influence on roughness, topography, and bond strength. **J Esthet Restor Dent.**, v.33, n. 5, p. 739-749, 2021.

BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA, E. et al. Acid Etching as Surface Treatment Method for Luting of Glass-Ceramic Restorations, part 1: Acids, Application Protocol and Etching Effectiveness. **Open Access Maced J Med Sci.**, v.6, n.3, p. 568-573, mar 2018.

BARCETTA, N. F. et al. Strength of a Zirconia-Reinforced Lithium Silicate Ceramic: Acid-Etching Time and Resin Cement Application Effects. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v. 39, n. 3, p. 431-437, 2019.

BOMICKE, W. et al. The Effects of Surface Conditioning and Aging on the Bond Strength Between Composite Cement and Zirconia-reinforced Lithium-Silicate Glass-Ceramics. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 21, n.6, p. 567-576, 2019.

BORGES, G. A. et al. Effect of etching and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. **The journal of prosthetic dentistry**, v. 89, n.5, p. 479-488, maio 2003.

COLOMBO, L. A.; MURILLO-GÓMEZ, F.; DE GOES, M. F. Bond Strength of CAD/CAM Restorative Materials Treated with Different Surface Etching Protocols. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 21, n. 4, p.307-317, 2019.

DONMEZ, M. B.; OKUTAN, Y.; YUCEL, M. T. Effect of prolonged application of single-step self-etching primer and hydrofluoric acid on the surface roughness and shear bond strength of CAD/CAM materials. **Eur J Oral Sci**, v. 128, n.6, p.542-549, dez. 2020.

EL-DAMANHOURY, H. M.; GAINANTZOPOULOU, M. D. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. **J Prosthodont Res**, v. 62, n.1, p. 75-83, jan. 2017.

FONZAR, R. F. et al. Influence of Acid Concentration and Etching Time on Composite Cement Adhesion to Lithium-silicate Glass Ceramics. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 22, n. 2, p. 175-182, 2020.

KALAVACHARLA, V. K. et al. Influence of Etching Protocol and Silane Treatment with a Universal Adhesive on Lithium Disilicate Bond Strength. **Operative Dentistry**, v.40, n.4, p. 372-378, jul./ago. 2015.

LIMA, C. M. et al. Effect of different surface treatments on the biaxial flexure strength, Weibull characteristics, Roughness, and surface topography of bonded CAD/CAM silica-based ceramics. **Dent Mater**, v. 37, n. 3, p. 151-161, 2020.

LISE, D. P. et al. Microshear Bond Strength of Resin Cements to Lithium Disilicate Substrates as a Function of Surface Preparation. **Oper Dent.**, v. 40, n. 5, p. 524-537, set./out. 2015.

MARUO, Y. et al. Does acid etching morphologically and chemically affect lithium disilicate glass ceramic surfaces? **J Appl Biomater Funct Mater**, v. 15, n.1, p.93-100, jan. 2017.

MENEES, T. S. et al. Influence of particle abrasion or hydrofluoric acid etching on lithium disilicate flexural strength. **J Prosthet Dent**, v. 112, n.5, p. 1164-1170, nov. 2014.

MONTEIRO, J. B. et al. Fatigue failure load of zirconia-reinforced lithium silicate glass ceramic cemented to a dentin analogue: effect of etching time and hydrofluoric acid concentration. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 77, p. 375-382, 2017.

MURILLO-GÓMEZ, F.; DE GOES, M. F. Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage. **J Prosthet Dent**, v. 121, n. 4, p. 713-720, abril 2019.

MURILLO-GÓMEZ, F.; PALMA-DIBB, R. G.; DE GOES, M. F. Effect of acid etching on tridimensional microstructure of etchable CAD/CAM materials. **Dent Mater**, v. 34, n.6, p. 944-955, jun. 2018.

OZCAN, M.; ALLAHBEICKARAGHI, A.; DUNDAR, M. Possible hazardous effects of hydrofluoric acid and recommendations for treatment approach: a review. **Clin Oral Investig**, v. 16, n. 1, p. 15-23, fev. 2012.

PRADO, M. et al. Ceramic Surface Treatment with a Single-component Primer: Resin Adhesion to Glass Ceramics. **J Adhes Dent.**, v. 20, n. 2, p.99-105, 2018.

PUPPIN-RONTANI, J. et al. Effect of Hydrofluoric Acid Concentration and Etching Time on Bond Strength to Lithium Disilicate Glass Ceramic. **Oper Dent.**, v.42, n.6, p. 606-615, nov./dez. 2017.

PROCHNOW, C. et al. How does hydrofluoric acid etching affect the cyclic load-to-failure of lithium disilicate restorations? **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 87, p. 306-311, nov. 2018.

SATO, T. P. et al. Effects of Surface Treatments on the Bond Strength Between Resin Cement and a New Zirconia-reinforced Lithium Silicate Ceramic. **Oper Dent.**, v.41, n.3, p. 284-292, maio/jun. 2016.

SOUZA, R. O. A. et al. Two-year Follow-up of Ceramic Veneers and a Full Crown Treated With Self-etching Ceramic Primer: A Case Report. **Oper Dent.**, v. 45, n. 4, p. 352-358, jul. 2020.

STRASSER, T. et al. Roughness, surface energy, and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment. **Clin Oral Investig.**, v. 22, n. 8, p. 2787-2797, nov. 2018.

SIQUEIRA, F. S. F. et al. Effect of Self-Etching Primer Associated to Hydrofluoric acid or Silane on Bonding to Lithium Disilicate. **Braz Dent J.**, v. 30, n. 2, p. 171-178, mar./abril 2019.

SUDRÉ, J. P. et al. Influence of Surface Treatment of Lithium Disilicate on Roughness and Bond Strength. **Int J Prosthodont.**, v. 33, n.2, p. 212-216, mar./abril 2020.

TIAN, T. et al. Aspects of bonding between resin luting cements and glass ceramic materials. **Dent Mater.**, v.30, n.7, p. 147-162, jul. 2014.

TRIBST, J. P. M. Self-etching Primers vs Acid Conditioning: Impact on Bond Strength Between Ceramics and Resin Cement. **Oper Dent.**, v. 43, n. 4, p. 372-379, jul./ago. 2018.

TRIBST, J. P. M. et al. Fatigue Failure Load of Resin-bonded Simplified Lithium Disilicate Glass-Ceramic Restorations: Effect of Ceramic Conditioning Methods. **J Adhes Dent.**, v. 21, n. 4, p. 373-381, 2019.

VENTURINI, A. B. et al. Fatigue failure load of feldspathic ceramic crowns after hydrofluoric acid etching at different concentrations. **J Prosthet Dent.**, v.119, n.2, p. 278-285, fev. 2017.

WILLE, S.; LEHMANN, F.; KERN, M. Durability of Resin Bonding to Lithium Disilicate and Zirconia Ceramic using a Self-etching Primer. **J Adhes Dent.**, v.19, n.6, p. 491-496, 2017.

YU, P.; WANG, X. Y. Effects of Surface Treatment Procedures on Bond Strength of Lithium Disilicate Glass Ceramic. **Chin J Dent Res.**, v. 24, n. 2, p. 119-124, jun. 2021.

ZOGHEIB, L. V. et al. Effect of Hydrofluoric Acid Etching Duration on the Roughness and Flexural Strength of a Lithium Disilicate-Based Glass Ceramic. **Braz Dent.**, v. 22, n. 11, p. 45-50, 2011.