

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS

Bibiana Vogel Peres Riesgo

**EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO FLUORÍDRICO E DO TEMPO DE
CONDICIONAMENTO NA ADESÃO E NO COMPORTAMENTO MECÂNICO
DE CERÂMICAS VÍTREAS: REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

Santa Maria, RS
2021

Bibiana Vogel Peres Riesgo

**EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO FLUORÍDRICO E DO TEMPO DE
CONDICIONAMENTO NA ADESÃO E NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE
CERÂMICAS VÍTREAS: REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ciências Odontológicas com ênfase em Prótese Dentária**.

Orientadora: Profa. Dra. Liliana Gressler May

Coorientadora: Dra. Camila da Silva Rodrigues

Santa Maria, RS
2021

Riesgo, Bibiana Vogel Peres
EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO FLUORÍDRICO E DO
TEMPO DE CONDICIONAMENTO NA ADESÃO E NO COMPORTAMENTO
MECÂNICO DE CERÂMICAS VÍTREAS: REVISÃO SISTEMÁTICA E
META-ANÁLISE / Bibiana Vogel Peres Riesgo.- 2021.
56 p.; 30 cm

Orientador: Liliana Gressler May
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós
Graduação em Ciências Odontológicas, RS, 2021

1. Cerâmicas vítreas 2. Condicionamento Ácido
Fluorídrico I. May, Liliana Gressler II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

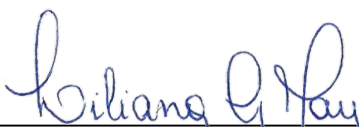
Declaro, BIBIANA VOGEL PERES RIESGO, para os devidos fins e sob as penas da lei, que a pesquisa constante neste trabalho de conclusão de curso (Dissertação) foi por mim elaborada e que as informações necessárias objeto de consulta em literatura e outras fontes estão devidamente referenciadas. Declaro, ainda, que este trabalho ou parte dele não foi apresentado anteriormente para obtenção de qualquer outro grau acadêmico, estando ciente de que a inveracidade da presente declaração poderá resultar na anulação da titulação pela Universidade, entre outras consequências legais.

Bibiana Vogel Peres Riesgo

**EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO FLUORÍDRICO E DO TEMPO DE
CONDICIONAMENTO NA ADESÃO E NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE
CERÂMICAS VÍTREAS: REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Ciências Odontológicas com ênfase em Prótese Dentária**.

Aprovado em 05 de novembro de 2021:



Liliana Gressler May, Dra. (UFSM)
(Presidente Orientadora)



Ana Maria Marchionatti, Dra. (CNEC)



Anelise Fernandes Montagner, Dra (UFPel)

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu filho, **João Francisco Peres Riesgo**, que neste momento, a sua chegada é aguardada com muito amor.*

AGRADECIMENTOS

Ao concluir esta importante etapa da minha vida, gostaria de expressar a minha gratidão...

À **Deus**, pela minha vida, por permitir que tudo isso acontecesse, por toda a trajetória que tive ao longa da vida ao chegar até aqui.

Aos meus pais, **João Ronaldo Peres e Lizandra Vogel Peres**, por serem um exemplo de caráter, honestidade, superação e dedicação total à família. Por me criarem com muito carinho e amor, me apoiando e sendo meu porto seguro servindo como um incentivo à mais nessa conquista.

Ao meu marido, **João Vítor Riesgo**, por estar ao meu lado me apoiando desde o início dessa etapa, me incentivando a seguir meus objetivos, por cada palavra de carinho nos dias difíceis, pela família que estamos construindo juntos com a chegada do nosso pequeno, **João Francisco**. Muito obrigada por ser meu parceiro de vida, te amo.

Ao meu irmão, **João Gualberto Peres**, pelo carinho, pela sua paciência e por sempre me proteger.

Aos meus sogros, **Itamar e Gerusa Riesgo**, obrigada por todo carinho, sensibilidade, atenção e disposição dedicado a mim e a nossa família.

À minha querida orientadora, **Profª Dra Liliana Gressler May**, por ter me dado a oportunidade de aprofundar meus conhecimentos e melhorar a minha formação acadêmica. Te admiro muito como profissional e também pelo ser humano iluminado que és. Sou imensamente grata por ter tido o privilégio de ser tua aluna, e feliz em por poder conviver contigo. Obrigada por toda a orientação e paciência.

À **Dra Camila da Silva Rodrigues**, por ter aceitado ser coorientadora desse trabalho, pelo tempo disponibilizado a mim, sempre com muito empenho e um sorriso no rosto, mesmo na correria do dia a dia.

À **Luiza Pereira do Nascimento**, por ter contribuído e ter sido minha parceira na realização desse trabalho.

À banca avaliadora, **Dra Ana Maria Marchionatti, Dra Anelise Montagner e Dra Michele Mirian May**, obrigada por terem se disponibilizado a fazer parte da banca, com certeza as colocações e sugestões feitas por vocês irão melhorar esse trabalho.

À **Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)**, pelo privilégio e oportunidade de estudo nesses dois anos de mestrado, em uma universidade pública e de qualidade.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas (PPGCO)**, especialmente aos docentes que tanto contribuíram com o meu crescimento profissional.

Aos **Colegas da turma de Mestrado** por toda a convivência e conhecimentos compartilhados.

Enfim, agradeço **todos** aqueles que acreditaram em mim e que de alguma forma contribuíram para concretização dessa dissertação.

RESUMO

EFEITO DA CONCENTRAÇÃO DE ÁCIDO FLUORÍDRICO E DO TEMPO DE CONDICIONAMENTO NA ADESÃO E NO COMPORTAMENTO MECÂNICO DE CERÂMICAS VÍTREAS: REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE

AUTORA: Bibiana Vogel Peres Riesgo
ORIENTADORA: Liliana Gressler May
COORIENTADORA: Camila da Silva Rodrigues

O objetivo desse estudo foi comparar os efeitos das diferentes concentrações e tempos de condicionamento com o ácido fluorídrico na resistência de união à cimentos resinosos e na resistência mecânica de cerâmicas feldspáticas, feldspáticas reforçadas por leucita, à base de dissilicato de lítio e à base de silicato de lítio através de uma revisão sistemática da literatura. A busca foi realizada nas bases de dados LILACS, PubMed/Medline, Scopus e Web of Science. A estratégia de busca foi realizada em duas etapas (leitura de título e resumo, e leitura completa), que foram realizadas por dois revisores de maneira independente. Foram incluídos estudos *in vitro* que avaliaram o efeito de tempos de condicionamento e/ou concentrações de ácido fluorídrico (HF) no comportamento adesivo ou mecânico de cerâmicas vítreas. Os estudos deveriam apresentar ao menos um protocolo recomendado pelos fabricantes ou encontrado com frequência na literatura (controle) e um protocolo alternativo (intervenção). De 3375 estudos potencialmente elegíveis, 86 foram selecionados para análise de texto completo, 28 foram incluídos para síntese qualitativa e destes, 21 foram usados na meta-análise. Cinco estudos que avaliaram a resistência estrutural através de testes de carga de falha à fadiga e de flexão biaxial, foram incluídos na análise qualitativa. Dez meta-análises foram realizadas, das quais oito envolveram resultados de resistência adesiva, sendo os dados agrupados de acordo com o tipo de cerâmica, com o fator em análise (concentração e tempo de condicionamento de HF) e com as condições de envelhecimento dos espécimes. As heterogeneidades variaram de altas a baixas. Em geral não foi observada diferença estatística na resistência adesiva entre os protocolos de aplicação alternativos do ácido fluorídrico e o grupo controle, indicado pelo fabricante (HF 5% por 60 segundos) nas cerâmicas feldspáticas e feldspáticas reforçadas por leucita. A meta-análise realizada para a cerâmica à base de dissilicato de lítio apresentou, na análise global, um favorecimento ao tempo recomendado pelo fabricante, protocolo de 5% de HF por 20 segundos ($p=0.005$), em comparação aos tempos de 40 e 60 segundos. Para a concentração de 10% no condicionamento das cerâmicas à base de dissilicato de lítio e à base de silicato de lítio, a análise global mostrou favorecimento ao tempo de 20 segundos, entretanto as análises de subgrupos não apresentaram diferença estatística na resistência adesiva. Para a mesma cerâmica, foi observada menor resistência à flexão quando os espécimes eram condicionados a tempos superiores ao que o fabricante recomenda e a análise de subgrupo apresentou um favorecimento significativo à concentração de HF recomendada pelo fabricante, quando comparada a concentrações superiores. A concentração e tempo de aplicação com ácido fluorídrico em cerâmicas à base de dissilicato de lítio e à silicato de lítio recomendados pelos fabricantes parecem ser eficazes para proporcionar valores de resistência adesiva e de resistência mecânica similares ou maiores que protocolos alternativos. Os protocolos de condicionamento não apresentaram efeitos diferentes na resistência adesiva de cerâmicas feldspática e reforçadas por leucita e não foi possível avaliação quantitativa no comportamento mecânico dessas cerâmicas.

Palavras-chave: Ácido fluorídrico. Cerâmicas vítreas odontológicas. Condicionamento ácido. Fadiga. Fratura. Resistência à flexão. Resistência adesiva.

ABSTRACT

EFFECT OF HYDROFLUORIC ACID CONCENTRATION AND CONDITIONING TIME ON THE ADHESION AND MECHANICAL BEHAVIOR OF GLASS CERAMICS: SYSTEMATIC REVIEW AND META-ANALYSIS

AUTHOR: Bibiana Vogel Peres Riesgo
ADVISOR: Liliana Gressler May
CO-ADVISOR: Camila da Silva Rodrigues

The aim of this study was to compare the effects of different concentrations and etching times with hydrofluoric acid on the bond strength to resin cements and on the mechanical behavior of feldspathic, leucite-reinforced glass-ceramic, lithium disilicate and lithium silicate-based glass-ceramics through a systematic review of the literature. The search was performed in LILACS, PubMed/Medline, Scopus and Web of Science databases. The search strategy was carried out in two stages (title and abstract reading, and complete reading), which were conducted by two reviewers independently. In vitro studies that evaluated the effect of etching times or hydrofluoric acid concentrations on the adhesive or mechanical behavior of glass ceramics were included. Studies should present at least one protocol recommended by the manufacturers or frequently found in the literature (control) and an alternative protocol (intervention). From 3375 potentially selected studies, 86 were selected for full-text analysis, 28 were included for qualitative synthesis, from which 21 were used in the meta-analysis. Five studies that evaluated mechanical behavior through flexural fatigue strength and fatigue failure load tests were included in the qualitative analysis. Ten meta-analyses were carried out, from which eight involved comparisons of adhesive strength and the data were grouped according to the type of ceramic, to the factor under analysis (HF concentration and conditioning time) and to the aging conditions of the specimens. Heterogeneities ranged from high to low. In general, no statistical difference was observed in bond strength between the alternative application protocols of hydrofluoric acid and the control group, indicated by the manufacturer 5% for a time of 60 seconds in feldspathic and leucite-reinforced glass-ceramic. The meta-analysis performed for lithium disilicate-based ceramic showed, in the global analysis, a favoring of the time recommended by the manufacturer, 5% HF protocol for 20 seconds ($p=0.005$), compared to the times of 40 and 60 seconds. For the 10% concentration in the etching of lithium disilicate-based and lithium silicate-based ceramics, the global analysis showed favoring the 20-second comparison group, however the subgroup analyzes did not show any statistical difference in the bond strength. For the same ceramic, decreasing flexural strength was observed when the specimens were conditioned to times longer than that recommended by the manufacturers. In addition, there was a significant favoring for the HF concentration recommended by the manufacturer when compared to higher concentrations. The concentration and application time of hydrofluoric acid on lithium disilicate and lithium silicate ceramics recommended by the manufacturers appear to be effective in providing bond strength and mechanical strength values similar to or greater than alternative protocols. The effects of the etching protocols were no different regarding bond strength of feldspathic and leucite-reinforced glass-ceramics. In addition, it was not possible quantitatively evaluating the variable effects on the mechanical behavior of these ceramics.

Keywords: Hydrofluoric acid. Dental glass ceramics. Acid conditioning. Fatigue. Load to fracture. Flexural Strength. Bond strength.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de seleção dos estudos, de acordo com o guia PRISMA.	27
Figura 2 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 60s versus 5% por 60s (controle), no condicionamento de cerâmicas feldspáticas (FEL) e/ou feldspáticas reforçadas por leucita (LEU), em espécimes não envelhecidos.	35
Figura 3 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 60s versus 5% por 60s (controle), no condicionamento de cerâmicas feldspáticas (FEL) e/ou feldspáticas reforçadas por leucita (LEU), em espécimes envelhecidos.	36
Figura 4 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% por tempos em valores abaixo e acima de 60s versus 5% por 60s (controle), no condicionamento de cerâmicas feldspáticas (FEU) e/ou feldspáticas reforçadas por leucita (LEU), em espécimes não envelhecidos.	36
Figura 5 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 20s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), espécimes não envelhecidos.	38
Figura 6 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 20s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), em espécimes envelhecidos.	39
Figura 7 – Análise de resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% pelo tempo de 40s e 60s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), em espécimes não envelhecidos.	39
Figura 8 – Análise de resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% pelo tempo de 40s e 60s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), em espécimes envelhecidos.	40
Figura 9 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 10% pelo tempo abaixo e acima de 20s versus 10% por 20s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), e à base de silicato de lítio (SL), em espécimes não envelhecidos.	40
Figura 10 - Análise de sub-grupos para resistência à flexão (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 20s (intervenção) versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), e à base de silicato de lítio (SL), em espécimes não envelhecidos.	42
Figura 11- Análise de resistência à flexão (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% pelo tempo acima de 20s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD) e à base de silicato de lítio (SL), em espécimes não envelhecidos.	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estratégia de busca nas bases de dados PubMed/Medline, Scopus, ISI Web of Science e LILACS	19
Tabela 2 – Cerâmicas vítreas dos estudos incluídos (marca comercial, estrutura e composição) e respectivas recomendações dos fabricantes para o condicionamento com ácido fluorídrico	23
Tabela 3 – Resumo das características dos estudos incluídos para resistência adesiva (n= 18)	29
Tabela 4 – Resumo das características dos estudos incluídos para comportamento mecânico (n= 10).....	32
Tabela 5 – Risco de viés dos estudos incluídos.....	44

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2.1 OBJETIVO	16
2 METODOLOGIA	17
2.1 PROTOCOLO, REGISTRO E QUESTÃO PICO	17
2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA	17
2.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	22
2.5 COLETA DE DADOS	24
2.6 RISCO DE VIÉS	24
2.7 SÍNTESE DE RESULTADOS.....	25
3 RESULTADOS	26
3.1 EFEITO DAS CONCENTRAÇÕES E TEMPOS DE CONDICIONAMENTO ALTERNATIVOS DE ÁCIDO FLUORÍDRICO NA RESISTÊNCIA ADESIVA.....	34
3.1.1 Cerâmicas feldspáticas e feldspáticas reforçadas por leucita	34
3.1.2 Cerâmicas à base de dissilicato/silicato de lítio	37
3.2 EFEITO DAS CONCENTRAÇÕES E TEMPOS DE CONDICIONAMENTO ALTERNATIVOS DE ÁCIDO FLUORÍDRICO NO COMPORTAMENTO MECÂNICO .	41
3.2.1 Cerâmicas feldspáticas	41
3.2.2 Cerâmicas à base de dissilicato/silicato de lítio	42
3.3 RISCO DE VIÉS	43
4 DISCUSSÃO	46
5 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

As cerâmicas vítreas são amplamente usadas na odontologia devido às suas excelentes propriedades estéticas, além de serem biocompatíveis com os tecidos dentários e periodontais dos pacientes (KELLY, 2004). São comumente classificadas a partir da sua microestrutura: cerâmica feldspática, cerâmica feldspática reforçada com leucita, à base de dissilicato de lítio, e à base de silicato de lítio (BELLI et al., 2017; DENRY; KELLY, 2014; KELLY, 2004; LIMA et al., 2021). O sucesso da sua aplicação em restaurações indiretas, como onlays, inlays, coroas unitárias, laminados e pontes parciais fixas tem sido reportado na literatura ao longo dos anos através de acompanhamentos clínicos (GEHRT et al., 2013; MORIMOTO et al., 2016; OTTO; DENT, 2002). A longo prazo, esse sucesso é determinado pela durabilidade da adesão e pelo comportamento mecânico das restaurações (GUESS et al., 2009).

A adesão de uma restauração em cerâmica vítrea a um cimento resinoso requer o condicionamento da sua superfície com ácido fluorídrico, seguido da aplicação do silano como agente de ligação química (BRENTTEL et al., 2007).

Como são ácido-sensíveis, as cerâmicas vítreas estão suscetíveis à ação do ácido fluorídrico na sua superfície, o qual age removendo seletivamente a fase vítrea desses materiais, expondo cristais de óxidos de silício (SiO_2) (LISE et al., 2015), tornando a estrutura interna da restauração mais rugosa. Esse aumento na rugosidade resulta em uma maior área de superfície disponível para a adesão e cria microrretenções para o embricamento mecânico do cimento resinoso (RAMAKRISHNAIAH et al., 2016; SUNDFELD NETO et al., 2015). O condicionamento prévio à cimentação tem como consequência um aumento na energia superficial da cerâmica, reduzindo o ângulo de contato entre a cerâmica e o cimento resinoso e proporcionando a molhabilidade necessária para que o silano e o cimento resinoso se infiltrem nas irregularidades criadas na superfície cerâmica (LISE et al., 2015).

O silano é uma molécula bi-funcional, em que uma das extremidades reage com a sílica presente na fase vítrea da superfície cerâmica (silicatos) e a outra, copolimeriza com grupos metacrilato da matriz orgânica de cimentos resinosos por ligações de siloxano. Essa característica permite a união química do cimento com a cerâmica, o que determina uma cimentação adesiva (SUNDFELD NETO et al., 2015). Segundo Phoenix et al, 1995 e Lise et al., 2015, quando utilizados de forma separada, ácido ou silano não promovem resultados satisfatórios. Dessa forma, a união micromecânica e química oferecidas, respectivamente, pelo

condicionamento ácido e aplicação de silano caracterizam o padrão-ouro para tratamento de cerâmicas vítreas na cimentação adesiva.

O condicionamento da cerâmica é um processo dinâmico e seu resultado varia devido à concentração de ácido, tempo de exposição, microestrutura do material e topografia de superfície (ADDISON; MARQUIS; FLEMING, 2007).

A concentração e o tempo de exposição ao ácido fluorídrico podem influenciar na forma e no tamanho das microrretenções, e conseqüentemente refletir na resistência de união ao agente cimentante (AIDA; HAYAKAWA; MIZUKAWA, 1995). Por outro lado, dependendo do tempo de condicionamento e da concentração de ácido, as propriedades do material podem ser afetadas negativamente, reduzindo a resistência à flexão e à fadiga (VENTURINI et al., 2018), especialmente se o preenchimento com o cimento resinoso for incompleto (HOOSHMAND; PARVIZI; KESHVAD, 2008a).

O tempo de aplicação e a concentração de ácido fluorídrico variam para cada tipo de cerâmica devido à sua microestrutura. Os fabricantes recomendam que as cerâmicas sejam tratadas com HF 5%, por 60 segundos para as feldspáticas reforçadas ou não por leucita e por 20 segundos para as cerâmicas a base de dissilicato de lítio. Para as cerâmicas à base de silicato de lítio, a concentração e o tempo variam entre 5 e 9%, por 20 ou 30 segundos, de acordo com a marca da cerâmica (DENTISPLY SIRONA, 2018; IVOCLAR VIVADENT, 2013; VITA ZAHNFABRIK, 2018; VITA ZAHNFABRIK; RAUTER, 2009).

Na literatura, reporta-se tempos de condicionamento ácido de 60 a 120 segundos para cerâmica à base de feldspato (BARGHI; FISCHER; VATANI, 2006; FABIANELLI et al., 2010; GÜLER et al., 2006). Moura et al., (2020) ao avaliarem a resistência de união ao cisalhamento de uma cerâmica feldspática a um cimento resinoso após a exposição ao ácido fluorídrico nas concentrações de 5 e 10%, e tempos de condicionamento 60 e 120 segundos, concluíram que a concentração de 10% resultou em maior resistência de união e que o tempo de exposição não teve efeito significativo sobre essa variável.

Ao observarem os efeitos do condicionamento com ácido fluorídrico em crescentes concentrações (1%, 3%, 5% ou 10%) pelo tempo de 60 segundos em uma cerâmica feldspática, Venturini et al. (2015) concluíram que a rugosidade do material aumentou com o aumento da concentração de ácido. No entanto, a resistência à flexão foi afetada de forma semelhante nas diferentes concentrações. O condicionamento da cerâmica levou a uma redução significativa na resistência em comparação com a cerâmica que não havia sido tratada, independentemente de sua concentração.

Em um estudo mais recente, Venturini et al. (2018), avaliaram a influência de diferentes concentrações de ácido fluorídrico (1%, 5% ou 10%) por 60 segundos na carga para falha em fadiga de coroas de cerâmica feldspática cimentadas a um análogo de dentina. Os resultados mostraram que o condicionamento com ácido fluorídrico a 5% na superfície interna das coroas reduziu a resistência à fadiga em relação às demais concentrações testadas.

Para cerâmicas à base de dissilicato de lítio, a literatura mostra que a exposição ao ácido fluorídrico por mais de 20 segundos pode levar a diminuição dos valores de resistência à flexão (ZOGHEIB et al., 2011). Xiaoping et al. (2014), avaliaram o efeito de diferentes tempos de condicionamento (0, 20, 40, 60 ou 120 segundos) com ácido fluorídrico 9,5% e do tipo de cimento resinoso na resistência à flexão de uma cerâmica à base de dissilicato de lítio. À medida que os tempos de condicionamento de ácido fluorídrico aumentaram, houve uma redução da resistência à flexão.

Menees et al., 2014, observaram que o condicionamento por 20 segundos em concentrações de 5% e 9,5% é suficiente para remover seletivamente a matriz vítrea dessas cerâmicas, e apesar da extensa remoção observada com 120 segundos, o padrão resultante para essas condições de tempo de condicionamento foram uniformes e insuficientes para afetar a resistência à flexão do material.

Prochnow et al. (2018) investigaram o efeito do condicionamento com ácido fluorídrico em concentrações distintas (3%, 5% ou 10%) na carga para falha em fadiga de restaurações simplificadas à base de dissilicato de lítio cimentadas a um material análogo de dentina. Os autores observaram que o uso de concentrações intermediárias de ácido fluorídrico (3 e 5%) levaram a um melhor comportamento à fadiga. Foi demonstrado que o condicionamento das restaurações com alta concentração (10%) cria defeitos críticos, reduzindo assim o seu desempenho mecânico.

Veríssimo e colaboradores (2019) avaliaram o efeito da concentração de ácido fluorídrico (10% ou 5%) e tempo de condicionamento (20 segundos ou 60 segundos) na resistência adesiva de cerâmicas vítreas a um cimento resinoso. Foram testadas uma cerâmica feldspática reforçada por leucita, uma à base de dissilicato de lítio (ambas fresadas por CAD/CAM - Computer-aided design/ Computer-aided manufacturing), e uma à base de dissilicato de lítio injetável. Os autores observaram que o condicionamento com ácido fluorídrico 5% por 20 segundos é recomendado para os materiais fresados por CAD/CAM. No entanto, para o dissilicato de lítio injetável, o ácido fluorídrico 10% por 60 segundos levou a maiores valores de resistência de união ao cisalhamento em comparação com os demais tratamentos.

Os efeitos do tratamento de superfície sobre a resistência adesiva entre a cerâmica à base de silicato de lítio e um cimento resinoso foi avaliada por Sato et al. (2015). Entre esses tratamentos, foram testados condicionamentos com ácido fluorídrico 10% por 20 e 40 segundos. Os resultados mostraram que ambos os tempos de condicionamento foram eficazes na produção de uma estável resistência de união à microtração.

A variedade de concentrações de ácido fluorídrico comercialmente disponível indica que a concentração ideal e o tempo de duração da sua aplicação não estão bem estabelecidos (ÖZCAN; VALLITTU, 2003). Apesar do que a literatura mostra em relação ao uso de ácido fluorídrico no tratamento de superfície das cerâmicas vítreas, esse ácido, por ser um produto químico, apresenta efeitos extremamente perigosos para a saúde devido à sua toxicidade (ÖZCAN; ALLAHBEICKARAGHI; DÜNDAR, 2012) o que enfatiza a necessidade de se ter a menor concentração possível para o condicionamento, mas que ainda assim garanta uma boa resistência de união e não afete a resistência mecânica do material. Considerando o contexto mencionado, a falta de consenso na literatura sobre concentrações e tempo de condicionamento, justifica a necessidade da sistematização dos resultados dos estudos existentes para, assim, embasar a conduta clínica a partir de evidências científicas.

2.1 OBJETIVO

O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão sistemática da literatura científica para verificar os efeitos das concentrações e tempos de condicionamento com ácido fluorídrico na resistência adesiva e no comportamento mecânico (carga para falha e resistência flexural) de cerâmicas vítreas.

2 METODOLOGIA

2.1 PROTOCOLO, REGISTRO E QUESTÃO PICO

Esta revisão sistemática seguiu as diretrizes de reporte PRISMA (Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols) (PAGE et al., 2021). O protocolo de busca e revisão foi elaborado e registrado previamente no Open Science Framework (OSF) disponível através do link <https://osf.io/h5jxv/>.

A questão de pesquisa que norteou essa revisão foi: alterações em protocolos pré-estabelecidos de condicionamento ácido, em relação à concentração e tempo de ação do ácido fluorídrico, afetam a resistência adesiva e mecânica de cerâmicas vítreas?

A estratégia PICOS foi definida da seguinte forma: a população (P) abrangeu cerâmicas vítreas de qualquer técnica de processamento (CAD/CAM, injetável, estratificada). A intervenção (I) foi definida como diferentes concentrações e/ou tempos de ação do ácido fluorídrico para o condicionamento da superfície de cimentação de cerâmicas vítreas. Como comparação (C), foram usados os grupos cuja superfície foi condicionada pelo tempo e concentração recomendada pelo fabricante (ou por valores encontrados com frequência na literatura), e que após lavada e seca, recebeu a aplicação de agente silano. Foram definidos como desfecho (O), valores de resistência adesiva (por exemplo, microtração, tração, microcisalhamento ou cisalhamento) e resistência mecânica (por exemplo, resistência a flexão, carga para fratura, carga para falha em fadiga), apenas em estudos in vitro (S).

Durante a idealização do estudo, foi observado que muitos artigos utilizaram o ácido fluorídrico com concentrações em torno de 10%, porém seguindo o tempo estipulado pelos fabricantes. Por considerar que o uso frequente de HF a 10% pode apontar para uma prática rotineira, estudos que usaram essa concentração de HF e que tinham um grupo seguindo o tempo recomendado pelo fabricante e ao menos um grupo variando tempos de aplicação, também foram incluídos na revisão.

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA

Uma busca eletrônica por estudos potencialmente relevantes foi realizada nas bases de dados PubMed/Medline, Scopus, Web of Science e Ciências da Saúde da América Latina e do Caribe (LILACS). A última pesquisa foi realizada no dia 12 de abril de 2021,

sem restrição de ano de publicação e idioma. A estratégia de busca compreendeu Medical Subject Headings (MeSH) e palavras-chave, conforme descrito na tabela 1. Essa busca foi adaptada para os bancos de dados Web of Science, Scopus e LILACS. Os resultados de todas as plataformas foram reunidos e verificados para eliminar duplicatas.

Tabela 1 – Estratégia de busca nas bases de dados PubMed/Medline, Scopus, ISI Web of Science e LILACS

(continua)

Base de dados	Estratégia de Busca
PUBMED/MEDLINE	(((Glass Ceramic) OR Ceramics) OR Dental ceramics) OR Glass ceramic based) OR Glass ceramic biomaterials) OR Glass ceramic block) OR Glass ceramic materials) OR Glass ceramic samples) OR Glass ceramic material) OR Feldspathic) OR Feldspathic/leucite) OR Feldspathic/silica based) OR Feldspathic ceramic blocks) OR Feldspathic ceramic materials) OR Feldspathic glass ceramic) OR Feldspathic ceramic) OR Lithium disilicate) OR Lithium disilicate based) OR Lithium disilicates based) OR Lithium disilicate based ceramic) OR Lithium disilicate based ceramic system) OR Lithium disilicate based glass ceramic) OR Lithium disilicate reinforced ceramic) OR Lithium disilicate ceramics) OR Lithium disilicate glass ceramic) OR Lithium disilicate specimens) OR Lithium silicate) OR Lithium silicate based) OR Lithium silicate ceramic) OR Lithium silicates) OR Leucite) OR Leucite/feldspathic) OR Leucite apatite) OR Leucite based) OR Leucite based ceramic) OR Leucite based glass ceramics) OR Leucite based porcelains) OR Leucite ceramic) OR Leucite ceramics) OR Leucite glass ceramic) OR Leucite reinforced) OR Leucite reinforced ceramics) OR Leucite reinforced glass ceramics) OR Leucite reinforced glass ceramics blocks) OR Fluorapatite porcelain) OR Fluorapatite-leucite)) AND (((Acid Etching Dental Glass ceramics) OR Etching) OR Etching acid) OR Etching/conditioning) OR Acid etching) OR Acid etching effects) OR Acid etching procedure) OR Acid etching procedures) OR Acid hydrofluoric) OR Hydrofluoric acid) OR Acid conditioning) OR Conditioning) OR Hydrofluoric acid etching) OR acid etching time)) AND (((Flexural strength) OR flexure) OR Strength) OR Resistance) OR Fatigue) OR Adhesion) OR Adhesi*) OR Adhesive) OR Bending) OR Bonding) OR Bond strength) OR Loading) OR Fracture) OR Microshear) OR Shear) OR adhesion tests) OR microtensile) OR Shear Strength) OR Fatigue failure) OR Biaxial strength) OR Bi-axial flexure strength) OR Load to fracture) OR Failure load*) OR Fracture load*)
SCOPUS	TITLE-ABS-KEY ("Glass Ceramic" OR "Ceramics" OR "Dental ceramics" OR "Glass ceramic based" OR "Glass ceramic biomaterials" OR "Glass ceramic block" OR "Glass ceramic materials" OR "Glass ceramic samples" OR "Glass ceramic material" OR "Feldspathic" OR "Feldspathic/leucite" OR "Feldspathic/silica based" OR "Feldspathic ceramic blocks" OR "Feldspathic ceramic materials" OR "Feldspathic glass ceramic" OR "Feldspathic ceramic" OR "Lithium disilicate" OR "Lithium disilicate based" OR "Lithium disilicates based" OR "Lithium disilicate based ceramic" OR "Lithium disilicate based ceramic system" OR "Lithium disilicate based glass ceramic" OR "Lithium

(continuação)

Base de dados	Estratégia de busca
SCOPUS	<p>disilicate reinforced ceramic" OR "Lithium disilicate ceramics" OR "Lithium disilicate glass ceramic" OR "Lithium disilicate specimens" OR "Lithium silicate" OR "Lithium silicate based" OR "Lithium silicate ceramic" OR "Lithium silicates" OR "Leucite" OR "Leucite/feldspathic" OR "Leucite apatite" OR "Leucite based" OR "Leucite based ceramic" OR "Leucite based glass ceramics" OR "Leucite based porcelains" OR "Leucite ceramic" OR "Leucite ceramics" OR "Leucite glass ceramic" OR "Leucite reinforced" OR "Leucite reinforced ceramics" OR "Leucite reinforced glass ceramics" OR "Leucite reinforced glass ceramics blocks" OR "Fluorapatite porcelain" OR "Fluorapatite-leucite" AND "Acid Etching Dental Glass ceramics" OR "Etching" OR "Etching acid" OR "Etching/conditioning" OR "Acid etching" OR "Acid etching effects" OR "Acid etching procedure" OR "Acid etching procedures" OR "Acid hydrofluoric" OR "Hydrofluoric acid" OR "Acid conditioning" OR "Conditioning" OR "Hydrofluoric acid etching" OR "acid etching time" AND "Flexural strength" OR "flexure" OR "Strength" OR "Resistance" OR "Fatigue" OR "Adhesion" OR "Adhesi" OR "Adhesive" OR "Bending" OR "Bonding" OR "Bond strength" OR "Loading" OR "Fracture" OR "Microshear" OR "Shear" OR "adhesion tests" OR "microtensile" OR "Shear Strength" OR "Fatigue failure" OR "Biaxial strength" OR "Bi-axial flexure strength" OR "Load to fracture" OR "Failure load" OR "Fracture load"</p>
WEB OF SCIENCE	<p>TS=(Glass Ceramic* OR Ceramics* OR Dental ceramics* OR Glass ceramic based* OR Glass ceramic biomaterials* OR Glass ceramic block* OR Glass ceramic materials* OR Glass ceramic samples* OR Glass ceramic material* OR Feldspathic* OR Feldspathic/leucite* OR Feldspathic/silica based* OR Feldspathic ceramic blocks* OR Feldspathic ceramic materials* OR Feldspathic glass ceramic* OR Feldspathic ceramic* OR Lithium disilicate* OR Lithium disilicate based* OR Lithium disilicates based* OR Lithium disilicate based ceramic* OR Lithium disilicate based ceramic system* OR Lithium disilicate based glass ceramic* OR Lithium disilicate reinforced ceramic* OR Lithium disilicate ceramics* OR Lithium disilicate glass ceramic* OR Lithium disilicate specimens* OR Lithium silicate* OR Lithium silicate based* OR Lithium silicate ceramic* OR Lithium silicates* OR Leucite* OR Leucite/feldspathic* OR Leucite apatite* OR Leucite based* OR Leucite based ceramic* OR Leucite based glass ceramics* OR Leucite based porcelains* OR Leucite ceramic* OR Leucite ceramics* OR Leucite glass ceramic* OR Leucite reinforced* OR Leucite reinforced ceramics* OR Leucite reinforced glass ceramics* OR Leucite reinforced glass ceramics blocks* OR Fluorapatite porcelain* OR Fluorapatite-leucite*) AND TS=(Acid Etching Dental Glass ceramics* OR Etching* OR Etching acid* OR Etching/conditioning* OR Acid</p>

(conclusão)

Base de dados	Estratégia de Busca
WEB OF SCIENCE	etching* OR Acid etching effects* OR Acid etching procedure* OR Acid etching procedures* OR Acid hydrofluoric* OR Hydrofluoric acid* OR Acid conditioning* OR Conditioning* OR Hydrofluoric acid etching* OR acid etching time*) AND S=(Flexural strength* OR flexure* OR Strength* OR Resistance* OR Fatigue* OR Adhesion* OR Adhesi* OR Adhesive* OR Bending* OR Bonding* OR Bond strength* OR Loading* OR Fracture* OR Microshear* OR Shear* OR adhesion tests* OR microtensile* OR Shear Strength* OR Fatigue failure* OR Biaxial strength* OR Bi-axial flexure strength* OR Load to fracture* OR Failure load* OR Fracture load*)
LILACS	"Glass Ceramic" OR "Ceramics" OR "Dental ceramics" OR "Glass ceramic based" OR "Glass ceramic biomaterials" OR "Glass ceramic block" OR "Glass ceramic materials" OR "Glass ceramic samples" OR "Glass ceramic material" OR "Feldspathic" OR "Feldspathic/leucite" OR "Feldspathic/silica based" OR "Feldspathic ceramic blocks" OR "Feldspathic ceramic materials" OR "Feldspathic glass ceramic" OR "Feldspathic ceramic" OR "Lithium disilicate" OR "Lithium disilicate based" OR "Lithium disilicates based" OR "Lithium disilicate based ceramic" OR "Lithium disilicate based ceramic system" OR "Lithium disilicate based glass ceramic" OR "Lithium disilicate reinforced ceramic" OR "Lithium disilicate ceramics" OR "Lithium disilicate glass ceramic" OR "Lithium disilicate specimens" OR "Lithium silicate" OR "Lithium silicate based" OR "Lithium silicate ceramic" OR "Lithium silicates" OR "Leucite" OR "Leucite/feldspathic" OR "Leucite apatite" OR "Leucite based" OR "Leucite based ceramic" OR "Leucite based glass ceramics" OR "Leucite based porcelains" OR "Leucite ceramic" OR "Leucite ceramics" OR "Leucite glass ceramic" OR "Leucite reinforced" OR "Leucite reinforced ceramics" OR "Leucite reinforced glass ceramics" OR "Leucite reinforced glass ceramics blocks" OR "Fluorapatite porcelain" OR "Fluorapatite-leucite" [Palavras] and "Acid Etching Dental Glass ceramics" OR "Etching" OR "Etching acid" OR "Etching/conditioning" OR "Acid etching" OR "Acid etching effects" OR "Acid etching procedure" OR "Acid etching procedures" OR "Acid hydrofluoric" OR "Hydrofluoric acid" OR "Acid conditioning" OR "Conditioning" OR "Hydrofluoric acid etching" OR "acid etching time" [Palavras] and "Flexural strength" OR "flexure" OR "Strength" OR "Resistance" OR "Fatigue" OR "Adhesion" OR "Adhesi" OR "Adhesive" OR "Bending" OR "Bonding" OR "Bond strength" OR "Loading" OR "Fracture" OR "Microshear" OR "Shear" OR "adhesion tests" OR "microtensile" OR "Shear Strength" OR "Fatigue failure" OR "Biaxial strength" OR "Bi-axial flexure strength" OR "Load to fracture" OR "Failure load" OR "Fracture load"

2.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

No primeiro momento, os estudos foram selecionados através da leitura dos títulos e resumos seguindo os critérios de inclusão definidos por: estudos *in vitro* com espécimes de cerâmicas vítreas de qualquer geometria, que compararam o uso do tratamento com ácido fluorídrico estabelecido pelos fabricantes das cerâmicas ou por valores encontrados com frequência na literatura e alguma alteração de tempo e/ou concentração de ácido fluorídrico na resistência adesiva ou mecânica, independente da configuração do teste.

Em um segundo momento, os estudos selecionados pelo título e resumo foram analisados de forma completa e excluídos segundo os critérios: não ter pelo menos um grupo intervenção, não apresentar um grupo controle (tratamento convencional recomendado pelo fabricante ou por valores encontrados com frequência na literatura), não especificar se foi realizado a etapa de silanização após o condicionamento com o ácido fluorídrico para desfechos de resistência adesiva e carga para fratura, adição de outro tratamento prévio da cerâmica a todos os grupos experimentais (ex. aplicação de adesivo, ácido fosfórico).

Foi realizada uma busca no manual de instruções dos fabricantes, e as recomendações dos mesmos para o condicionamento ácido das cerâmicas vítreas testadas nos estudos incluídos nesta revisão foram coletados e está descrita na tabela 2. Para aqueles estudos que utilizaram um material cerâmico cuja recomendação do fabricante para o condicionamento com ácido fluorídrico não tenha sido encontrada em bulas ou em sites da empresa, optou-se por usar como comparação, o protocolo de condicionamento de outro fabricante para cerâmica com microestrutura semelhante (tal situação ocorreu com o material Vitadur Alpha (Vita Zahnfabrik, Alemanha) e Super porcelain EX-3 (Noritake, Japão)).

Tabela 2 – Cerâmicas vítreas dos estudos incluídos (marca comercial, estrutura e composição) e respectivas recomendações dos fabricantes para o condicionamento com ácido fluorídrico

Cerâmica	Estrutura	Composição	Recomendação do fabricante	Estudos
Vita VM7 Dentin 5M2 (Vita Zahnfabrik; Bad Säckingen, Germany)	Feldspática	Si: 19.6%; Al: 4.9%; K: 4%; Na: 2.4%; Ca: 0.7%; C: 25.7%; O: 42.2%	Aplicar VITA CERAMICS ETCH (5%HF) - ácido fluorídrico em gel, 5% por 60 segundos (VITA ZAHNFABRIK, 2018)	Amaral et al., 2011; Leite et al., 2013
VITA Blocks Mark II (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)		SiO ₂ 56–64%, Al ₂ O ₃ 20–23%, Na ₂ O 6–9%, K ₂ O 6–8%		Chen et al., 1998, Straface et al., 2019, Venturini et al., 2017, Venturini et al., 2018, Venturini et al., 2015(ab)
VITA PM9 (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)		SiO ₂ 62–67%, Al ₂ O ₃ 16–19%, K ₂ O 6–8%, Na ₂ O 5–8%, B ₂ O ₃ 1–3%		Bottino et al., 2015
Vitadur Alpha (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Germany)		SiO ₂ 66.1% Al ₂ O ₃ 18.2% K ₂ O 6.9% CaO 3.9% TiO ₂ 0.1% MgO 0.1%	–	Addison et al., 2007
Super porcelain EX-3 (Noritake, Japan)		Si 8.83%; C 19.86%; O 19.35%; F(0.95%; Na 6.94%; Mg 0.33%; Al 3.41%; K 0.53%	–	Jesus et al., 2020
Empress Esthetic, shade ETC2 (Ivoclar Vivadent)	Feldspática reforçada por Leucita	SiO ₂ > 55 %; K ₂ O, Al ₂ O ₃ , Na ₂ O, B ₂ O ₃ , CaO, TiO ₂ , CeO ₂	IPS Ceramic Etching Gel (≈5%HF) por 60 segundos (IVOCLAR VIVADENT, 2013)	Naves et al., 2010 Sundfeld et al., 2015
IPS e-max Press (Ivoclar Vivadent)	À base de dissilicato de lítio	SiO ₂ . Li ₂ O. K ₂ O. MgO. ZnO. Al ₂ O ₃ . P ₂ O ₅	Condicionar por 20 segundos com IPS Ceramic Etching Gel (≈5%HF) (IVOCLAR VIVADENT, 2013)	Caparroso et al., 2014, Mustafa et al., 2018, Sundfeld et al., 2015, Verissimo et al., 2019
IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent)		SiO ₂ 57–80%, Li ₂ O 11–19%, K ₂ O 0–13% por peso		Caparroso et al., 2015, Colombo et al., 2019, Lopes et al., 2018, Maawadh et al., 2021, Prochnow et al., 2016 Prochnow et al., 2018, Prochnow et al., 2018, Straface et al., 2019, Verissimo et al., 2019, Wong et al., 2017, Zogheib et al., 2011
Suprinity (VITA Suprinity, VITA Zahnfabrik)	À base de Silicato de lítio	Óxido de zircônio 8-12%, dióxido de silício 56-64%, óxido de lítio 15-21%, vários>10% em peso	20 segundos. com gel de ácido fluorídrico (por exemplo, com VITA ADIVA CERA-ETCH) (VITA ZAHNFABRIK, 2009)	Barchetta et al., 2019, Keshmiri et al., 2020, Maawadh et al., 2021, Sato et al., 2016, Straface et al., 2019
Celtra Duo (Dentsply Sirona)		Sílica 58%, cristais metassilicato de lítio, dissilicato, fosfato e cristais de zircônia a 10%	5% 30S gel de ácido fluorídrico a 5% mantendo-o em contato por 30 segundos. (DENTISPLY SIRONA, 2018)	Maawadh et al., 2021

2.4 SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A seleção dos estudos foi realizada através de um aplicativo online (OUZZANI et al., 2016) de forma independente, em duplicata e cega, por dois autores (B.V.P.R., L.P.N.). Uma pesquisa manual na lista de referência dos estudos incluídos também foi realizada. Discrepâncias entre os revisores foram resolvidos por intermédio de um terceiro revisor (L.G.M.).

A concordância interexaminador (coeficiente Kappa) foi determinada em 0,94 e 0,82 para a primeira e segunda etapas, respectivamente.

2.5 COLETA DE DADOS

Dos artigos incluídos, os seguintes dados foram extraídos: o nome dos autores, ano de publicação, país de origem, tipo e marca da cerâmica, concentração de ácido fluorídrico, tempo de condicionamento, o tipo de teste utilizado, resultados obtidos em imediato ou após envelhecimento, marca de cimento utilizado, tamanho amostral, resultados encontrados correspondentes aos testes aplicados (média e desvio padrão) em megapascals (MPa) para resistência adesiva e resistência à flexão, ou em Newtons (N) para carga à fadiga e carga para fratura. Na ausência de dados necessários, os autores foram contatados por e-mail por até três tentativas consecutivas (a cada 15 dias) em busca dessas informações. Nos casos em que as informações essenciais não foram recuperadas, excluiu-se o estudo.

2.6 RISCO DE VIÉS

O risco de viés dos estudos incluídos foi avaliado com base em estudos anteriores (MONTAGNER et al., 2014; PEREIRA et al., 2016; SARKIS-ONOFRE et al., 2014), e considerando os seguintes parâmetros: cálculo do tamanho da amostra; randomização dos espécimes; preparação da amostra descrita de forma reprodutível; protocolo de intervenção claramente descrito; espécimes preparados por um único operador; descrição adequada dos parâmetros de teste usados para avaliar os resultados. Para cada parâmetro foram atribuídos os seguintes valores de 0 a 2: 0 - se o parâmetro foi claramente descrito; 1 - se a execução do parâmetro foi relatada, mas a precisão da execução não foi clara; 2 - se o parâmetro não foi

informado. O risco de viés foi considerado baixo quando a soma dos valores variou de 0 a 4, médio de 5 a 9, e alto de 10 a 14 (PEREIRA et al., 2016).

2.7 SÍNTESE DE RESULTADOS

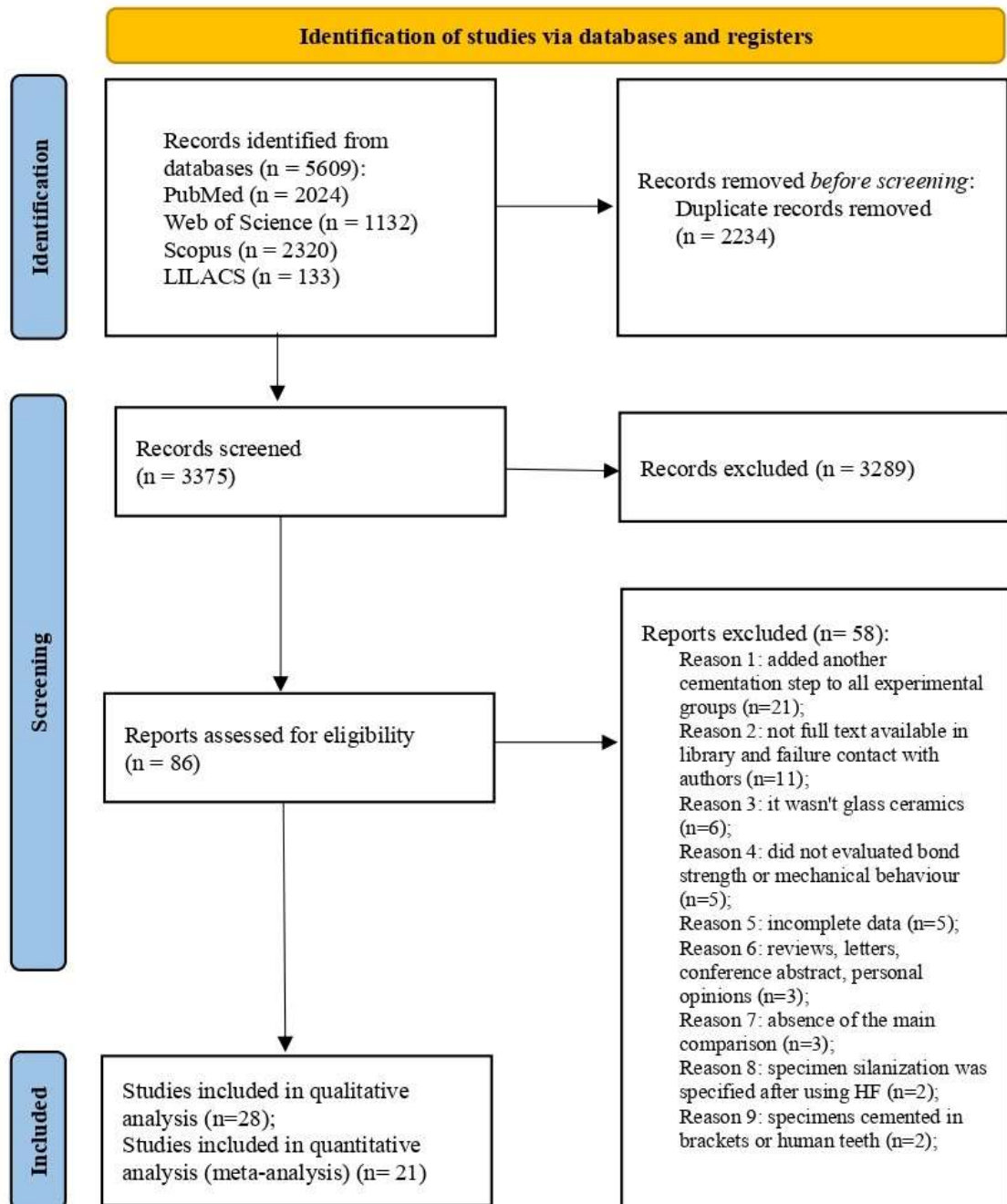
Os dados extraídos foram analisados por meio do programa Review Manager v5.3 (Cochrane Collaboration). Para tal, os estudos foram agrupados de acordo com cada tipo de cerâmica e com as condições de teste dos espécimes (teste imediato ou após envelhecimento) e quando possível (pelo menos dois estudos agrupados), meta-análises de efeitos aleatórios foram realizadas para a obtenção das estimativas de efeitos combinados dada pela comparação entre as médias, ao nível de significância de 5% (teste Z). A heterogeneidade entre os estudos foi avaliada pelo teste Cochrane Q, onde $P < 0,1$ foi considerado estatisticamente significativo. Também foi realizado o teste de inconsistência I_2 , onde os valores maiores que 50% foram considerados um indicativo de alta heterogeneidade (HIGGINS, 2011).

Os estudos incluídos que avaliaram resistência mecânica ou resistência adesiva, mas que não puderam ser incluídos nas análises quantitativas (meta-análises) devido a diferenças metodológicas foram analisados descritivamente.

3 RESULTADOS

No total, 5.609 estudos foram identificados por meio da estratégia de busca aplicada nas 4 bases de dados (PubMed/Medline, Scopus, Web of Science e LILACS). Após o primeiro processo de revisão e remoção de duplicatas, 3.375 títulos e resumos foram analisados. Destes, 3.289 não atenderam aos critérios de inclusão, e 86 foram considerados elegíveis para análise de texto completo. Por fim, vinte e oito estudos foram incluídos em sínteses qualitativas (descritivas) e vinte e um em quantitativas (meta-análises). A busca manual não resultou em seleção de artigos adicionais. A Figura 1 resume o processo de seleção dos estudos.

Figura 1– Processo de seleção dos estudos, de acordo com o guia PRISMA.



O resumo descritivo dos estudos incluídos na revisão sistemática está apresentado conforme desfecho avaliado para diferentes tempos e concentrações de HF. Na Tabela 3 estão os estudos que avaliaram resistência adesiva e na Tabela 4 aqueles que avaliaram comportamento mecânico. Os artigos incluídos foram publicados entre os anos de 1998 e 2021.

A cerâmica à base de dissilicato de lítio foi a mais avaliada entre os estudos incluídos, num total de 14 estudos, seguida da cerâmica feldspática, que foi avaliada em 11 estudos. Cinco artigos utilizaram mais de um tipo de cerâmica vítrea em suas avaliações.

Ao todo, quatorze diferentes concentrações de ácido fluorídrico foram avaliadas nos estudos incluídos, sendo a menor concentração 1% e a maior 20%. Em relação ao tempo de condicionamento, os valores de 20 e 60 segundos foram os mais estudados. Ao todo, quinze variações de tempo foram testadas, sendo que o maior tempo foi de 180 segundos, em um dos estudos.

Entre os estudos incluídos, sete avaliaram a resistência de união à microtração, seis ao microcisalhamento, quatro ao cisalhamento e um estudo utilizou duas configurações diferentes de teste, resistência de união à tração e à flexão. Além desses, as cerâmicas foram testadas quanto ao comportamento mecânico e os testes realizados foram: falha por fadiga em três estudos (dois para cerâmicas feldspáticas e um para cerâmicas à base de dissilicato de lítio), e resistência à flexão em sete estudos (dois para cerâmicas feldspáticas e cinco para cerâmicas à base de dissilicato de lítio). As amostras foram avaliadas a partir das condições em que os espécimes foram testados, sendo que 54% dos estudos testaram os espécimes imediatamente após sua preparação, 21%, após o envelhecimento e 25%, testaram os espécimes antes e após envelhecimento. O tamanho amostral por grupo (n) variou de 3 a 30 espécimes, sendo dez espécimes por grupo o “n” mais reportado.

Tabela 3 – Resumo das características dos estudos incluídos para resistência adesiva (n= 18)

(continua)

Autor, ano e país de origem	Cerâmica vítrea	Marca da cerâmica vítrea	Concentrações de ácido fluorídrico avaliadas	Tempos de condicionamento avaliados (s)	Envelhecimento	Cimento Resinoso	Teste	Tamanho amostral
Amaral et al., 2011, Brasil	Feldspática	VITA VM7 (VITA Zahnfabrik)	9%, 4%, 5%	60	Sem, com	Panavia F	Microtração	10
Bottino et al., 2015, Brasil	Feldspática	VITA PM9 (VITA Zahnfabrik)	Controle, 9%, 4%, 5%, 5% + neutraliz (N)	60	Sem, com	Panavia F 2.0	Microtração	8
Caparroso et al., 2014, Colombia	À base de dissilicato de lítio	IPS e-max Press (Ivoclar Vivadent AG)	4,6%, 9,6%	20, 40 e 60	Com	Relyx U100	Microtração	20
Chen et al., 1998, Japão	Feldspática	VITA VMK68 (VITA Zahnfabrik)	2,5%, 5%	0, 30, 60, 120, 150 e 180	Sem	Clearfil AP-X	Cisalhamento	8
Colombo et al., 2019, Brasil	Feldspática reforçada por leucita	IPS Empress CAD	Controle, 5% e 10%	Ctrl, 20 e 60	Sem	Variolink N	Microtração	10
	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)						
Jesus et al., 2020, Brasil	Feldspática	Super porcelain EX-3 (Noritake, Japan)	5% e 10%	20, 60 e 120	Sem	Relyx ARC	Micro-cisalhamento	3
Leite et al., 2013, Estados Unidos	Feldspática	VITA VM7 (VITA Zahnfabrik)	10%	40, 60 e 90	Com	Relyx ARC	Microtração	8
Lopes et al., 2018, Brasil	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)	Controle, 5%, 9%, 9,6%, 9,5% e 10%	20	Sem	Variolink Veneer	Micro-cisalhamento	5

(continuação)

Autor, ano e país de origem	Cerâmica vítrea	Marca da cerâmica vítrea	Concentrações de ácido fluorídrico avaliadas	Tempos de condicionamento avaliados (s)	Envelhecimento	Cimento Resinoso	Teste	Tamanho amostral
Maawadh et al., 2021, Arábia Saudita	À base de Silicato de lítio	Celtra Duo (Dentsply Sirona) Vita Suprinity (VITA Zahnfabrik)	9%	10, 20, 30 e 60	Com	G-CEM LinkForce	Cisalhamento	10
	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)						
Mustafa et al., 2018, Turquia	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG)	5%	20 e 60	Com	RelyX U200	Cisalhamento	10
Naves et al., 2010, Brasil	Feldspática reforçada por leucita	Empress Esthetic (Ivoclar Vivadent AG)	10%	10, 20, 40, 60, 120 e 60+60	Sem	Variolink II	Micro-cisalhamento	6
Prochnow et al., 2018a, Brasil	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)	1%, 3%, 5%, 10%	20	Sem, com	Multilink	Micro-cisalhamento	10
Sato et al., 2015, Brasil	À base de Silicato de lítio	Vita Suprinity (VITA Zahnfabrik)	10%	20 e 40	Sem, com	Panavia F	Microtração	6
Straface et al., 2019, Suíça	Feldspática	VITA Mark II(VITA Zahnfabrik)	5% e 9%	0, 5, 15, 30 e 60	Sem	Panavia F, VITA Adiva F-Cem, RelyX Unicem 2 Automix, VITA Adiva S-Cem	Cisalhamento	10
	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)						
	À base de Silicato de lítio	Vita Suprinity (VITA Zahnfabrik)						

(conclusão)

Autor, ano e país de origem	Cerâmica vítrea	Marca da cerâmica vítrea	Concentrações de ácido fluorídrico avaliadas	Tempos de condicionamento avaliados (s)	Envelhecimento	Cimento Resinoso	Teste	Tamanho amostral
Sundfeld et al., 2015, Brasil	Feldspática reforçada por Leucita À base de dissilicato de lítio	IPS Empress Esthetic IPS e.max Press (Ivoclar Vivadent AG)	1%, 2.5%, 5%, 7.5%, 10%, 15%	60 (Leucita) 20 (À base de dissilicato de lítio)	Sem	Variolink II	Micro-cisalhamento	6
Venturini et al., 2015, Brasil	Feldspática	VITA Mark II(VITA Zahnfabrik)	1%, 3%, 5%, 10%	60	Sem, Com	RelyX ARC	Microtração	10
Veríssimo et al., 2019, Brasil	À base de dissilicato de lítio Feldspática reforçada por Leucita	IPS e.max CAD IPS e.max Press IPS Empress CAD (Ivoclar Vivadent AG)	5% e 10%	20 e 60	Com	AllCem Dual	Cisalhamento	10
Wong et al., 2017, China	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)	4,7%	20, 40 e 60	Sem, Com	Variolink II	Tração; Flexão	20

Tabela 4 – Resumo das características dos estudos incluídos para comportamento mecânico (n= 10)

(continua)

Autor, ano e país de origem	Cerâmica vítrea	Marca da cerâmica vítrea	Concentrações de ácido fluorídrico avaliadas	Tempos de condicionamento avaliados (s)	Envelhecimento	Cimento Resinoso	Teste	Tamanho amostral
Addison et al., 2007, Reino Unido	Feldspática	Vitadur-Alpha (VITA Zahnfabrik)	Controle, 5%, 10%, 20%	45s, 90s, 180s	Sem	-	Resistência à flexão biaxial	30
Caparroso et al., 2015, Colombia	À base de dissilicato de lítio	IPS e-max Press (Ivoclar Vivadent AG)	4,6%, 9,6%	20 s, 40 s, 60 s	Sem	-	Resistência à flexão biaxial	10
Barchetta et al., 2019, Brasil	À base de Silicato de lítio	VITA Suprinity, (VITA Zahnfabrik)	10%	20 s, 40 s, 60 s	Sem	Variolink II Esthetic/, -	Resistência à flexão biaxial	15
Keshmiri et al., 2020, Irã	À base de Silicato de lítio	VITA Suprinity, (VITA Zahnfabrik)	5%, 10%	20s, 60s, 120s	Sem	-	Resistência à Flexão 3 Pontos	10
Prochnow et al., 2016, Brasil	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)	Controle, 1%, 3%, 5%, 10%	20s	Sem	-	Resistência à Flexão 3 Pontos	23
Prochnow et al., 2018b, Brasil	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)	Controle, 3%, 5%, 10%	20 s	Sem	Multilink	Carga cíclica para falha	20
Venturini et al., 2015b, Brasil	Feldspática	VITA Mark II (VITA Zahnfabrik)	Controle, 1%, 3%, 5%, 10%	60s	Sem	-	Resistência à Flexão 3 Pontos	30
Venturini et al., 2017, Brasil	Feldspática	VITA Mark II (VITA Zahnfabrik)	Controle, 1%, 5%, 10%	60 s	Com	Multilink Automix	Carga cíclica para falha	20
Venturini et al., 2018, Brasil	Feldspática	VITA Mark II (VITA Zahnfabrik)	Controle, 1%, 5%, 10%	60 s	Com	Multilink Automix	Carga cíclica para falha	20

(conclusão)

Autor, ano e país de origem	Cerâmica vítrea	Marca da cerâmica vítrea	Concentrações de ácido fluorídrico avaliadas	Tempos de condicionamento avaliados (s)	Envelhecimento	Cimento Resinoso	Teste	Tamanho amostral
Zogheib et al., 2011, Brasil	À base de dissilicato de lítio	IPS e.max CAD (Ivoclar Vivadent AG)	Controle, 4.9%	20 s, 60 s, 90 s, 180 s	Sem	-	Resistência à Flexão 3 Pontos	15

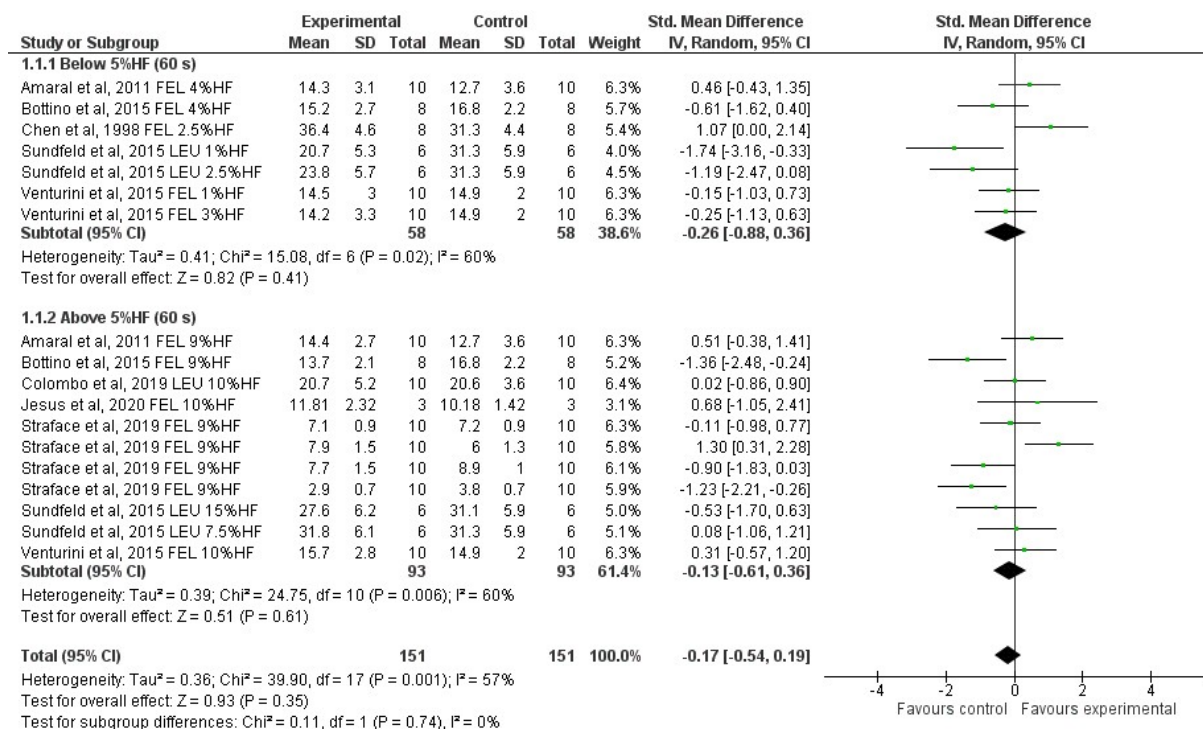
3.1 EFEITO DAS CONCENTRAÇÕES E TEMPOS DE CONDICIONAMENTO ALTERNATIVOS DE ÁCIDO FLUORÍDRICO NA RESISTÊNCIA ADESIVA

Foi possível a realização de oito meta-análises, em que os dados de resistência adesiva foram agrupados de acordo com o tipo de cerâmica (feldspática e reforçadas por leucita – FEL/LEU ou de silicato/ dissilicato de lítio – LD/LS), com o fator em análise (concentração ou tempo de condicionamento com HF acima ou abaixo do que o fabricante recomenda), e com as condições de teste (imediato ou após envelhecimento).

3.1.1 Cerâmicas feldspáticas e feldspáticas reforçadas por leucita

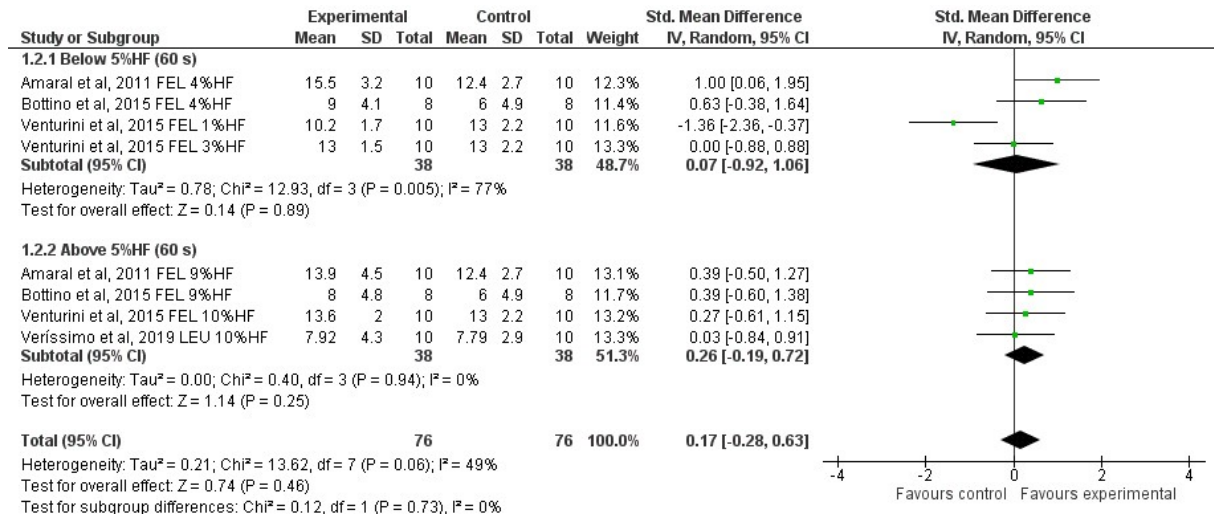
A Figura 2 apresenta meta-análise para resistência de união (MPa), comparando as concentrações de valores abaixo (1, 2.5, 3 e 4%) e acima (7.5, 9 e 10%) da concentração de 5% de HF (controle), aplicadas por 60 segundos, para o condicionamento de cerâmicas feldspáticas ou reforçadas por leucita em espécimes testados imediatamente após sua preparação. Os resultados da análise global, com índice de heterogeneidade de 57%, mostraram não haver diferença estatística entre o condicionamento com ácido fluorídrico nas concentrações alternativas e o condicionamento segundo a recomendação atual dos fabricantes. Na análise por sub-grupos de concentração, os resultados foram similares, e em ambos os sub-grupos a heterogeneidade foi considerada alta (60%).

Figura 2 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 60s versus 5% por 60s (controle), no condicionamento de cerâmicas feldspáticas (FEL) e/ou feldspáticas reforçadas por leucita (LEU), em espécimes não envelhecidos.



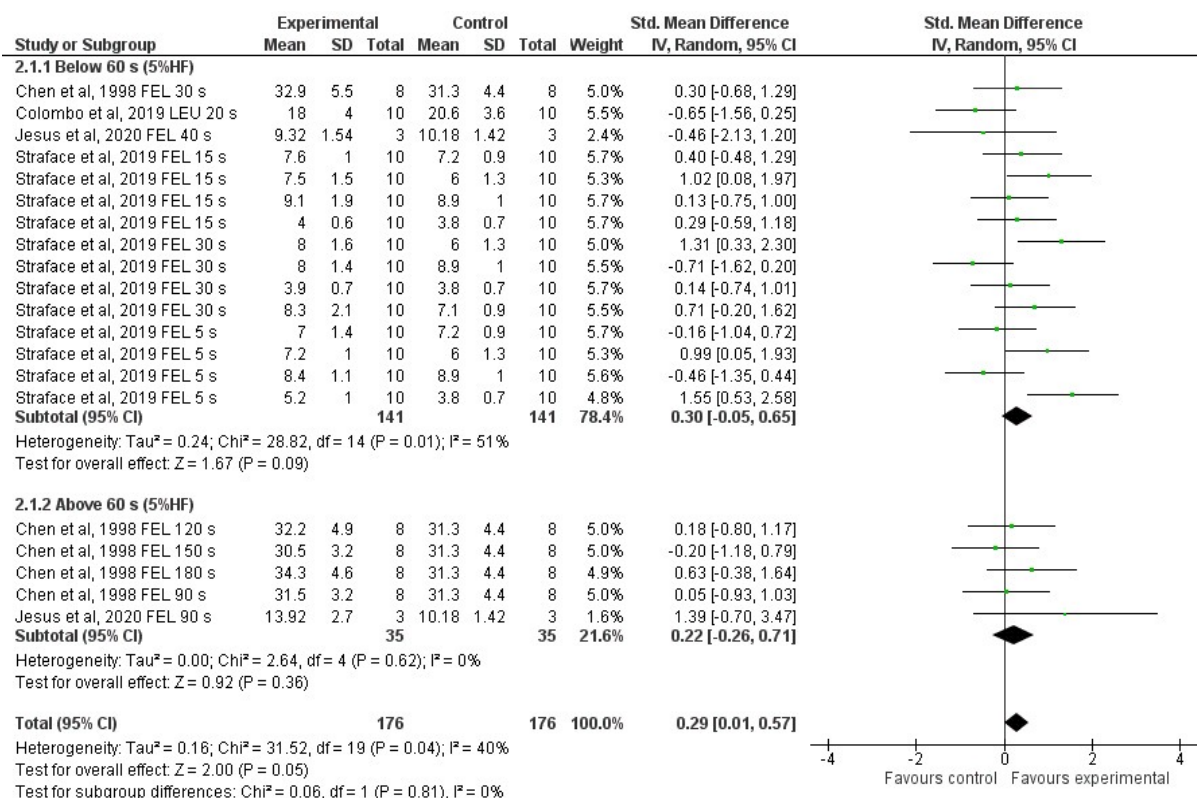
Os estudos que testaram espécimes envelhecidos em concentrações de valores abaixo (1, 3 e 4%) e acima (9 e 10%) de 5% de ácido fluorídrico por 60s, descritos na Figura 3, mostraram não haver diferença do grupo comparação, tanto na análise global, quanto na análise por sub-grupos de concentração. A heterogeneidade global foi de $I_2=49\%$.

Figura 3 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 60s versus 5% por 60s (controle), no condicionamento de cerâmicas feldspáticas (FEL) e/ou feldspáticas reforçadas por leucita (LEU), em espécimes envelhecidos.



Para tempos de condicionamento, o resultado da meta-análise apresentada na Figura 4, mostrou novamente que não há diferença estatística na resistência de união entre os protocolos de aplicação alternativos do ácido em tempos menores (5, 15, 20, 30 e 40 segundos) e maiores (90, 120, 150 e 180 segundo) que 60 segundos, quando comparado tempo aplicação conforme os fabricantes recomendam, tanto na análise global, quanto na análise por sub-grupos de tempo. O parâmetro global de heterogeneidade I_2 foi de 40%.

Figura 4 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% por tempos em valores abaixo e acima de 60s versus 5% por 60s (controle), no condicionamento de cerâmicas feldspáticas (FEU) e/ou feldspáticas reforçadas por leucita (LEU), em espécimes não envelhecidos.



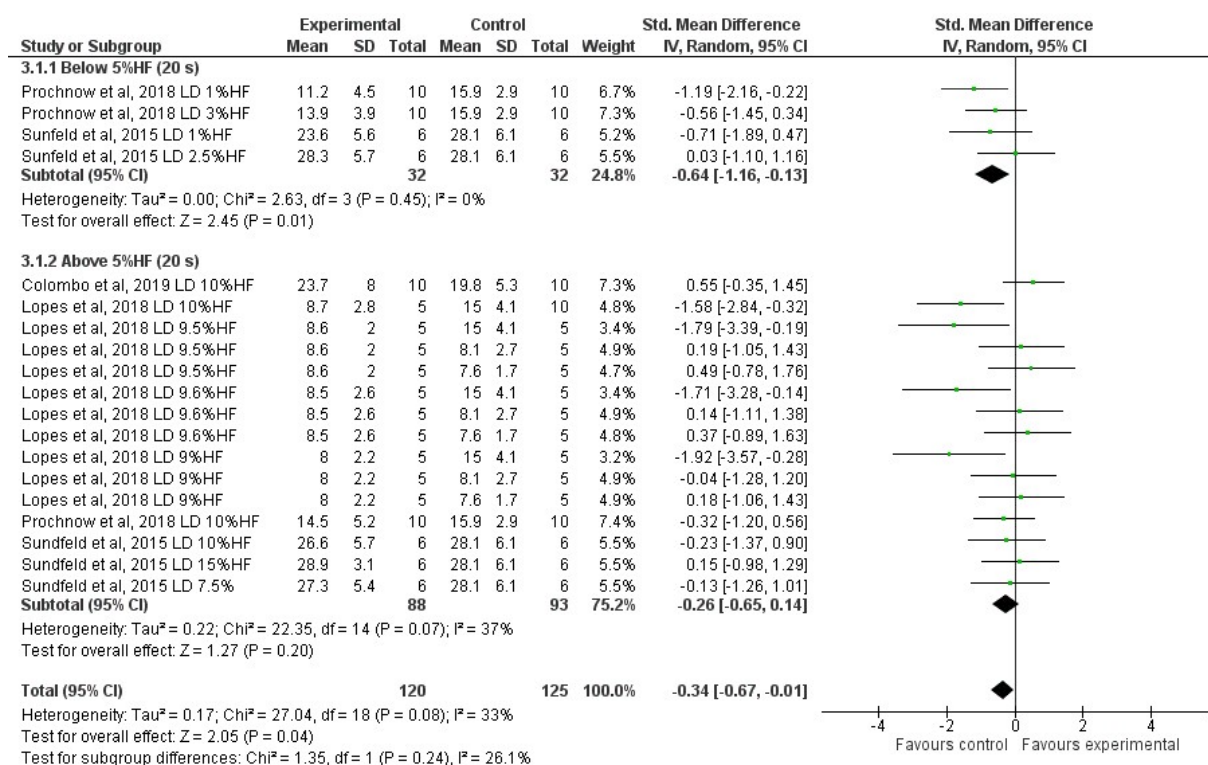
Dois estudos que não puderam ser incluídos na análise quantitativa, avaliaram a resistência de união de cerâmicas feldspáticas e leucita quando condicionadas com ácido fluorídrico a 10% em diferentes tempos de condicionamento. Leite et al., (2013) avaliou a resistência de união à microtração após envelhecimento dos espécimes de cerâmica feldspática, condicionadas pelo tempo de 20, 60 e 120 segundos e os resultados não revelaram diferença estatística no tempo de condicionamento com ácido fluorídrico. Por outro lado, Naves et al., (2010) testaram a resistência de união ao microcisalhamento de cerâmicas feldspáticas reforçadas por leucita à um cimento resinoso quando condicionadas por diferentes períodos de aplicação, tais como: 10, 20, 40, 60, 120 e 60+60 segundos. Os grupos de 60 + 60 e 120 segundos mostraram menor valor resistência de união do que os outros grupos avaliados.

3.1.2 Cerâmicas à base de dissilicato/silicato de lítio

Os estudos que utilizaram a cerâmica à base de dissilicato de lítio e as cerâmicas à base de silicato de lítio foram agrupados de acordo com o protocolo de aplicação e resultaram em um total de cinco meta-análises distintas para a resistência de união.

Na Figura 5, observa-se que para grupos não envelhecidos, a análise global apresentou um favorecimento ao grupo controle, 5% por 20s ($p=0,04$, $I_2=33\%$). Na análise de sub-grupos, para as concentrações abaixo (1, 2.5 e 3%) de 5% HF, aplicadas por 20s, o resultado foi semelhante, com $I_2=0\%$. No entanto, para o sub-grupo que foi condicionado a valores acima de 5% (7.5, 9, 9.5, 9.6, 10 e 15%), não houve diferença estatística do grupo controle. O índice de heterogeneidade global foi de 33%.

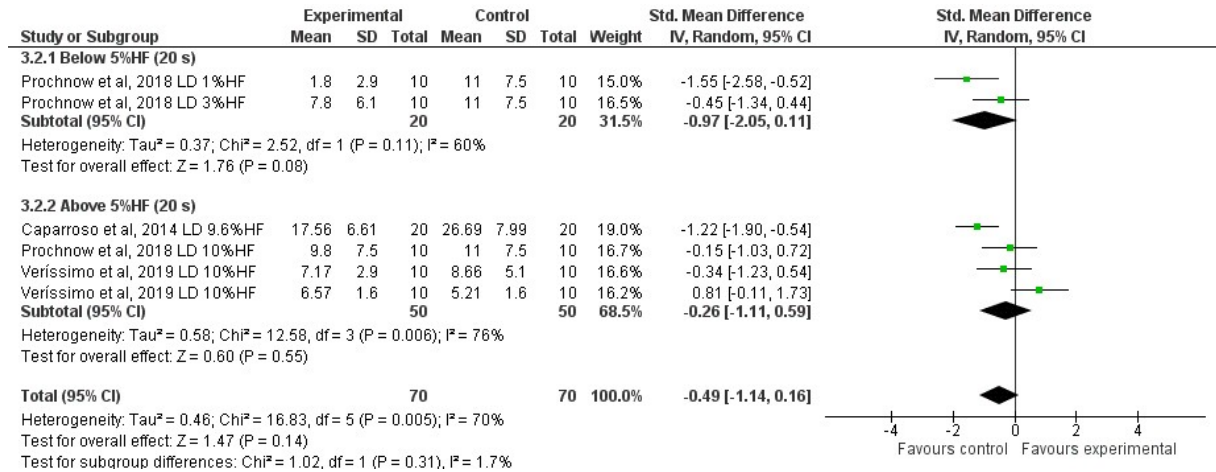
Figura 5 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 20s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), espécimes não envelhecidos.



Quando os espécimes foram testados após envelhecimento, tanto a meta-análise global quanto a de sub-grupos (Figura 6) apontaram não haver diferença estatística entre as

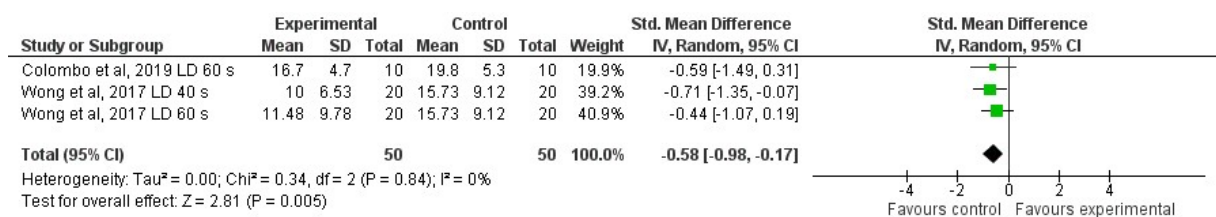
concentrações alternativas, abaixo (1 e 3%) e acima (9.6 e 10%) de 5% de HF, e a recomendação do fabricante (controle). Alta heterogeneidade global ($I_2=70\%$) foi encontrada nesta análise.

Figura 6 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 20s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), em espécimes envelhecidos.



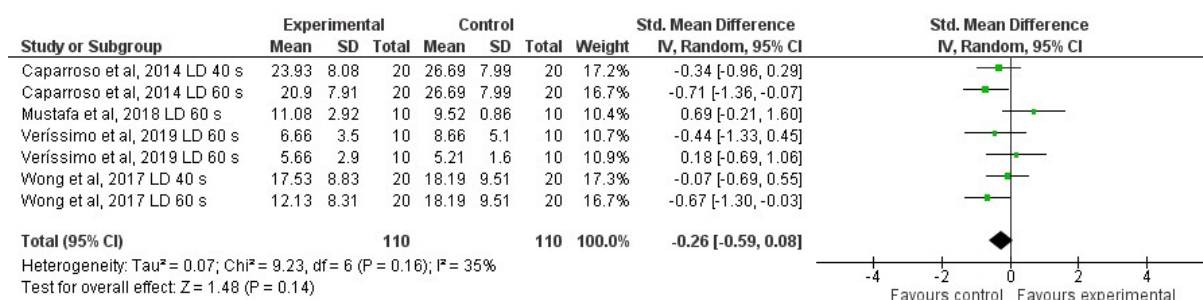
Três estudos foram incluídos na meta-análise para o efeito do tempo de condicionamento com ácido fluorídrico (Figura 7), em espécimes não envelhecidos de dissilicato de lítio. Foram comparados os tempos de 40 e 60 segundos ao recomendado pelos fabricantes (20 segundos) e a análise global apresentou favorecimento ao tempo recomendado pelo fabricante, protocolo de 5% de HF por 20 segundos ($p=0.005$), com uma heterogeneidade de $I_2=0\%$.

Figura 7 – Análise de resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% pelo tempo de 40s e 60s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), em espécimes não envelhecidos.



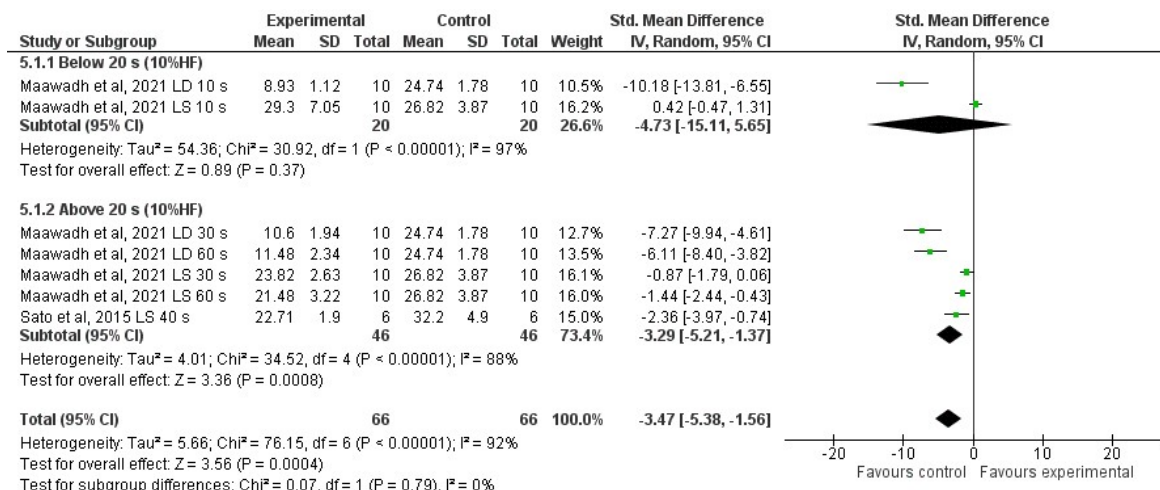
Em relação a espécimes envelhecidos (Figura 8), não houve diferença estatística nos valores de resistência de união entre o tempo controle e os tempos alternativos (tempos de 40 e 60 segundos), com heterogeneidade global da análise baixo ($I_2=35\%$).

Figura 8 – Análise de resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% pelo tempo de 40s e 60s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), em espécimes envelhecidos.



A Figura 9 apresenta uma análise dos valores de resistência de união das cerâmicas à base de dissilicato de lítio e cerâmicas à base de silicato de lítio quando condicionadas pela concentração de 10% de HF pelo tempo de ação abaixo (10 s) e acima (30, 40 e 60 s) de 20 segundos, comparados ao condicionamento de 10% de HF por 20 segundos. A concentração de 10% foi definida como comparação (controle) nessa análise devido ao frequente reporte na literatura e disponibilidade comercial de marcas de ácido fluorídrico nessa concentração. O tempo de 20 segundos foi escolhido por ser o recomendado pelos fabricantes. A análise global mostrou um favorecimento significativo ao tempo comparação ($p=0.0004$), com uma heterogeneidade de 92%. No entanto, na análise de sub-grupos não houve diferença entre o tempo comparação e o tempo de condicionamento abaixo de 20 segundos.

Figura 9 – Análise de sub-grupos para resistência de união (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 10% pelo tempo abaixo e acima de 20s versus 10% por 20s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), e à base de silicato de lítio (SL), em espécimes não envelhecidos.



3.2 EFEITO DAS CONCENTRAÇÕES E TEMPOS DE CONDICIONAMENTO ALTERNATIVOS DE ÁCIDO FLUORÍDRICO NO COMPORTAMENTO MECÂNICO

Os estudos que avaliaram a resistência mecânica das cerâmicas feldspáticas e feldspáticas reforçadas por leucita após condicionamento com ácido fluorídrico, foram analisados somente qualitativamente através da compilação de dados extraídos.

Foi possível a realização de duas meta-análises em que os valores de resistência a flexão das cerâmicas de silicado/dissilicato de lítio (LS/LD), foram agrupados de acordo com o fator em análise (concentração ou tempo de condicionamento com HF acima ou abaixo do que o fabricante recomenda) em espécimes testados imediatamente à sua preparação.

3.2.1 Cerâmicas feldspáticas

A resistência à flexão biaxial foi avaliada em um estudo (ADDISON; MARQUIS; FLEMING, 2007) em que os autores testaram uma cerâmica feldspática condicionada em três concentrações distintas (5, 10 e 20%), por três diferentes tempos de aplicação (45, 90 e 180 segundos). A concentração de ácido a 20% resultou em uma significativa diminuição da resistência flexural do material, mas o tempo de ação do HF não teve influência significativa.

Outro estudo incluído (VENTURINI et al., 2015b) avaliou distintas concentrações de HF (1, 3, 5 e 10%) pelo tempo de 60 segundos, e a resistência à flexão da cerâmica feldspática foi afetada de forma semelhante nas diferentes concentração de HF testadas.

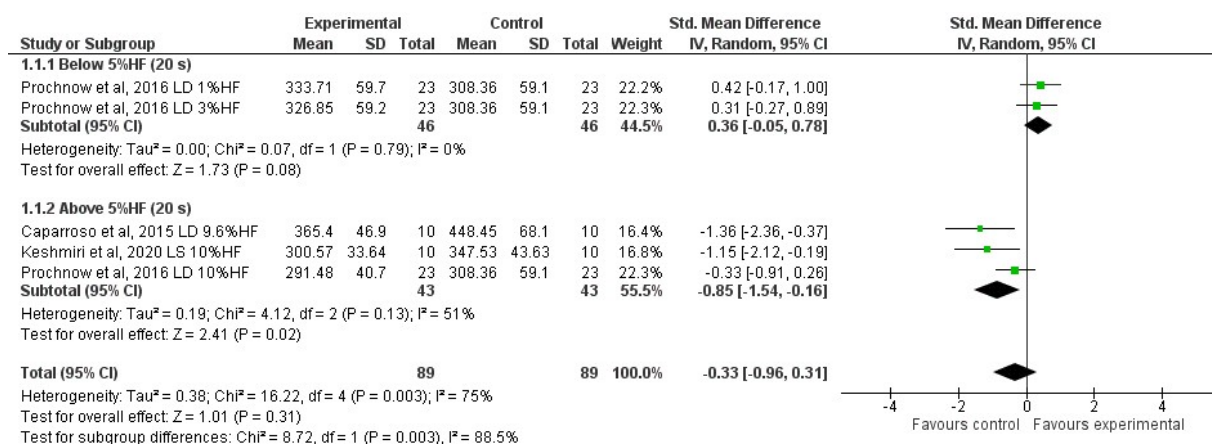
Dois estudos (VENTURINI et al., 2017, 2018) avaliaram a carga de falha por fadiga na cerâmica feldspática condicionada a diferentes concentrações de ácido fluorídrico, 1%, 5% e

10%), pelo tempo de 60 segundos e um grupo controle (sem condicionamento), após o envelhecimento dos espécimes. O primeiro estudo utilizou espécimes simulando coroas simplificadas cimentadas à análogo de dentina, e a concentração de 5% resultou em valores mais baixos de carga de falha à fadiga. No segundo estudo, com a cerâmica feldspática em formato de discos cimentados a análogo de dentina, foram encontrados valores de carga de falha à fadiga significativamente menores no grupo de 5% ($255,0 \pm 23,0$ N), valores intermediários para a concentração de 1% ($301,7 \pm 71,0$ N) e os maiores valores nos grupos controle ($351,7 \pm 13,4$ N) e 10% ($341,7 \pm 20,6$ N).

3.2.2 Cerâmicas à base de dissilicato/silicato de lítio

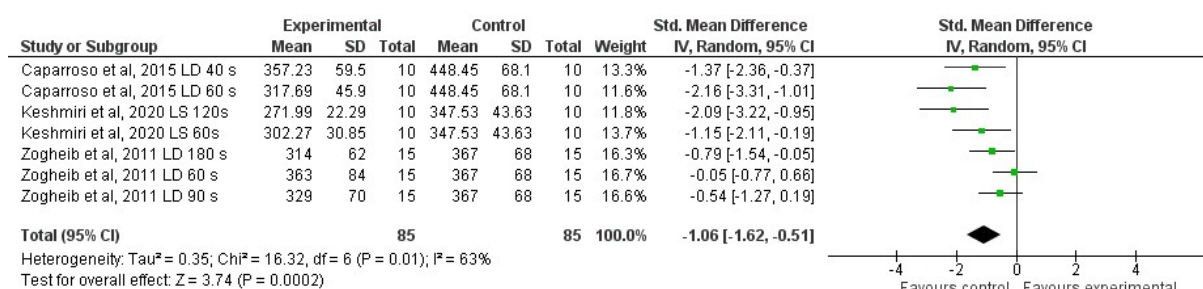
A Figura 10 apresenta a análise quantitativa da resistência flexural das cerâmicas à base de dissilicato de lítio e silicato de lítio quando condicionadas a concentrações abaixo (1 e 3%) e acima (9.6 e 10%) de 5% de HF por 20 segundos versus 5% por 20 segundos (controle). Houve favorecimento ao grupo controle quando comparado ao sub-grupo com condicionamento em concentrações de HF acima dos valores que os fabricantes recomendam ($p=0.02$), com heterogeneidade foi de 51%. Concentrações menores não afetam a resistência à flexão em comparação à concentração recomendada no protocolo de condicionamento do fabricante.

Figura 10 - Análise de sub-grupos para resistência à flexão (MPa), utilizando as concentrações de ácido fluorídrico (HF) abaixo e acima de 5% por 20s (intervenção) versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD), e à base de silicato de lítio (SL), em espécimes não envelhecidos.



Quando os espécimes das cerâmicas de LD e LS eram condicionados a valores acima do recomendado (40, 60, 90, 120 e 180 segundos) versus 20 segundos, em uma concentração de 5%, a análise estatística (Figura 11) resultou em um favorecimento ao protocolo recomendado pelos fabricantes (20 segundos), com um índice de heterogeneidade de 63%. Não foi possível a realização de análise de sub-grupos para valores abaixo de 20 segundos.

Figura 11- Análise de resistência à flexão (MPa), utilizando a concentração de ácido fluorídrico (HF) de 5% pelo tempo acima de 20s versus 5% por 20 s (controle) para as cerâmicas à base de dissilicato de lítio (LD) e à base de silicato de lítio (SL), em espécimes não envelhecidos.



Um estudo (PROCHNOW et al., 2018b) avaliou a carga cíclica para falha da cerâmica à base de dissilicato de lítio com espécimes divididos em um grupo sem condicionamento e grupos onde a cerâmica foi condicionada com várias concentrações de ácido fluorídrico (3%, 5%, e 10%) pelo tempo de 20 segundos. Os maiores valores obtidos foram nos grupos de 3% (1355 ± 32,0 N) e 5% (1335 ± 58,8 N).

Outro estudo incluído (BARCHETTA et al., 2019) testou diferentes períodos (20, 40 e 60 segundos) de condicionamento com ácido fluorídrico a uma concentração de 10%, na resistência à flexão biaxial da cerâmica à base de silicato de lítio. Os valores encontrados não apresentaram diferença significativa entre os tempos avaliados.

3.3 RISCO DE VIÉS

Vinte e sete, dos 28 estudos, apresentaram risco médio de viés, e apenas um apresentou baixo risco de viés (Tabela 5). Nenhum estudo relatou cálculo do tamanho da amostra e se a preparação dos espécimes foi realizada por um único operador. Treze estudos não relataram como a randomização foi realizada.

Tabela 5 – Risco de viés dos estudos incluídos

(continua)

Estudo	Cálculo do tamanho amostral	Randomização	Preparação dos espécimes	Protocolo de intervenção	Único operador	Parâmetros dos testes	Total	Risco de viés
Addison et al., 2007, Reino Unido	2	1	0	0	2	0	5	Médio
Amaral et al., 2011, Brasil.	2	1	0	0	2	0	5	Médio
Barchetta et al., 2019, Brasil	2	2	0	0	2	1	7	Médio
Bottino et al., 2015, Brasil	2	2	0	0	2	0	6	Médio
Caparroso et al., 2014, Colombia	2	1	0	0	2	0	5	Médio
Caparroso et al., 2015, Colombia	2	1	1	0	2	0	6	Médio
Chen et al., 1998; Japão	2	2	1	1	2	1	9	Médio
Colombo et al., 2019, Brasil	2	1	0	0	2	1	6	Médio
Jesus et al., 2020, Brasil	2	2	0	0	2	1	7	Médio
Keshmiri et al., 2020, Irã	2	2	0	0	2	0	6	Médio
Leite et al., 2013, Estados Unidos	2	1	0	0	2	0	5	Médio
Lopes et al., 2018, Brasil	2	2	0	0	2	1	7	Médio
Maawadh et al., 2021, Arábia Saudita	2	2	1	0	2	1	8	Médio
Mustafa et al., 2018, Turquia	2	2	1	0	2	1	8	Médio
Naves et al., 2010, Brasil	2	2	1	0	2	0	7	Médio
Prochnow et al., 2017, Brasil	2	2	1	1	2	0	8	Médio
Prochnow et al., 2018, Brasil	2	0	1	0	2	0	5	Médio
Prochnow et al., 2018, Brasil	2	0	1	0	2	0	5	Médio
Sato et al., 2015, Brasil	2	1	1	0	2	0	6	Médio
Straface et al., 2019, Suíça	2	2	1	0	2	0	7	Médio
Sundfeld et al., 2015, Brasil	2	1	0	0	2	0	5	Médio
Venturini et al., 2017, Brasil	2	0	0	0	2	0	4	Baixo
Venturini et al., 2018, Brasil	2	1	0	0	2	0	5	Médio

(conclusão)

Estudo	Cálculo do tamanho amostral	Randomização	Preparação dos espécimes	Protocolo de intervenção	Único operador	Parâmetros dos testes	Total	Risco de viés
Venturini et al 2015, Brasil	2	2	1	1	2	0	8	Médio
Venturini et al., 2015, Brasil	2	1	0	0	2	0	5	Médio
Veríssimo et al., 2019, Brasil	2	1	0	0	2	0	5	Médio
Wong et al., 2017, China	2	2	0	0	2	0	6	Médio
Zogheib et al., 2011, Brasil	2	1	1	0	2	1	7	Médio

4 DISCUSSÃO

O protocolo para o tratamento de superfície prévio à cimentação de uma restauração em cerâmica vítrea com cimento resinoso é importante para que se alcance longevidade na adesão. A necessidade de condicionamento com ácido fluorídrico seguido da aplicação do silano na superfície de cerâmicas vítreas antes da cimentação já está bem estabelecido na literatura (BRETEL et al., 2007; EL-DAMANHOURY; GAINANTZOPOULOU, 2018), e isso vai ao encontro do que foi estabelecido nessa revisão sistemática como sendo o grupo controle: espécimes condicionados com HF e silano, segundo as recomendações do fabricante. Também é relatado na literatura que se uma das etapas for não executada corretamente, o sucesso a longo prazo da restauração pode ser comprometido, pois o tratamento da superfície da cerâmica com ácido fluorídrico (HF) pode enfraquecer a resistência à flexão das cerâmicas vítreas (ADDISON; MARQUIS; FLEMING, 2007; HOOSMAND; PARVIZI; KESHVAD, 2008b; YEN; BLACKMAN; BAEZ, 1993; ZOGHEIB et al., 2011). Daí justifica-se a realização desta revisão sistemática e meta-análises, procurando determinar quais protocolos possibilitam otimização da resistência adesiva sem impactar negativamente na resistência estrutural das restaurações cerâmicas.

O condicionamento da cerâmica é um processo dinâmico e o seu impacto depende da constituição do substrato, topografia de superfície, concentração e tempo de condicionamento com HF (ADDISON; MARQUIS; FLEMING, 2007; BONA; ANUSAVICE; HOOD, 2002). As recomendações para concentração de HF e tempo de condicionamento dependem da microestrutura da cerâmica (Tabela 1). Para as cerâmicas feldspáticas e à base de leucita mencionados nesta revisão sistemática, os fabricantes indicam HF a 5% por 60 segundos (IVOCLAR VIVADENT, 2013; VITA ZAHNFABRIK, 2018). Para o dissilicato de lítio e cerâmicas à base de silicato de lítio são recomendados 5% e 9%, por 20 a 30 segundos (DENTISPLY SIRONA, 2018; IVOCLAR VIVADENT, 2013; VITA ZAHNFABRIK; RAUTER, 2009).

A compilação dos estudos incluídos para análise qualitativa (28) e quantitativa (21) mostrou que existe muita variabilidade de concentrações de ácido fluorídrico disponíveis, e que diversos protocolos foram testados.

As três meta-análises realizadas para as cerâmicas feldspáticas reforçadas ou não por leucita, em espécimes envelhecidos ou não, mostraram que o efeito do protocolo de tratamento com HF recomendado pelo fabricante e as concentrações e tempos alternativos testados não apresentam diferença estatística na resistência adesiva.

Os efeitos dos protocolos de condicionamento na resistência adesiva da cerâmica à base de dissilicato de lítio, testados imediatamente após sua preparação, apresentaram um favorecimento ao que é recomendado pelos fabricantes, 5% HF por 20 segundos. Já nos espécimes que haviam passado pelo processo de envelhecimento, não houve diferença nos valores de resistência adesiva entre o protocolo que o fabricante recomenda e concentrações e tempos de condicionamento alternativos.

Os resultados das meta-análises, embora devam ser analisados com cautela, sugerem que os protocolos recomendados pelos fabricantes possibilitam a otimização da resistência adesiva dos materiais analisados, uma vez que em nenhuma das análises houve favorecimento a concentrações ou tempos alternativos.

Artigos que utilizaram a concentração de 10% de ácido fluorídrico foram incluídos nessa revisão, devido ao grande número de registros na literatura e também pela disponibilidade comercial dessa concentração. Esses estudos incluídos (MAAWADH et al., 2021; SATO et al., 2015) contribuíram para a realização de uma meta-análise (figura 9) onde as cerâmicas vítreas a base de dissilicato de lítio e silicato de lítio apresentaram valores de resistência adesiva que favoreceram o tempo de ação recomendado pelo fabricante. No entanto, esses valores devem ser interpretados com cautela porque alta heterogeneidade foi observada nessa análise ($I_2=92\%$).

Deve-se considerar que as cerâmicas a base de dissilicato de lítio parecem apresentar uma maior sensibilidade ao tempo de condicionamento com ácido fluorídrico. Isso pode estar relacionado a sua peculiar estrutura, que consiste em “cristais pequenos em forma de agulha” (ABOUSHLIB; SLEEM, 2014), os quais podem se destacar da superfície, devido à extensa remoção da fase vítrea resultante do maior tempo de exposição, de um modo similar ao que ocorre para concentrações mais altas de ácido fluorídrico (BELLI et al., 2017; PROCHNOW et al., 2016). Somado a ação do HF que modifica essa topografia de superfície aumentando a população de defeitos (MENEES et al., 2014), o preenchimento incompleto pelos agentes cimentantes, bem como a ocorrência de falhas coesivas na superfície da cerâmica sobrecondicionada podem explicar a redução nos valores de resistência de união quando os espécimes foram condicionados pelo tempo superior aos 20 segundos que o fabricante recomenda (Figuras 7 e 9).

Embora de modo geral a heterogeneidade das análises globais e de sub-grupos tenha sido aceitável (valores menores que 50%), alta heterogeneidade foi observada nas meta-análises em relação à influência da concentração de HF na resistência adesiva das cerâmicas feldspáticas, feldspáticas reforçadas por leucita (Figura 2) e à base de dissilicato de lítio (Figura

6 e 9). Isso pode ser explicado pelos diferentes tipos de testes de adesão e outras variações metodológicas utilizadas para avaliação da resistência adesiva, como composição do material, preparação da amostra e diferentes tipos de procedimentos de envelhecimento. O mesmo foi encontrado em revisão sistemática publicada por Nogueira et al., 2021, em que a resistência adesiva também foi avaliada em cerâmicas condicionadas com ácido fluorídrico.

Em relação aos efeitos dos protocolos de condicionamento alternativos no comportamento mecânico das cerâmicas vítreas dessa revisão, a cerâmica feldspática pode ser avaliada somente qualitativamente, devido ao baixo número de artigos incluídos para esse desfecho e também devido a diferenças metodológicas entre os estudos. Dois avaliaram a falha por fadiga (VENTURINI et al., 2017, 2018), um avaliou a resistência à flexão de três pontos (VENTURINI et al., 2015b) e outro avaliou a resistência à flexão biaxial (ADDISON; MARQUIS; FLEMING, 2007).

Foi possível a realização de duas análises quantitativas (Figuras 10 e 11), para diferentes concentrações e tempos de condicionamento na resistência flexural de cerâmicas à base de silicato/dissilicato de lítio. Análise de sub-grupos mostrou que quando os espécimes eram testados em concentrações e tempos acima dos valores recomendados, houve favorecimento ao grupo controle, indo de encontro ao estudo in vitro de Menees et al., 2014, onde os autores não encontraram diferença estatística significativa entre os tempos de condicionamento aplicados. Os resultados indicam que o sobrecondicionamento desses materiais influenciam negativamente tanto na sua resistência adesiva, quanto no seu comportamento mecânico. A heterogeneidade dessa análise foi alta (63%) e seu resultado deve ser analisado com cautela.

O risco de viés foi avaliado com base em um protocolo adaptado de revisões sistemáticas anteriores (MONTAGNER et al., 2014; PEREIRA et al., 2016; SARKIS-ONOFRE et al., 2014). Porém, a avaliação de estudos in vitro para o risco de viés é um processo difícil devido à falta de um protocolo definido e a variabilidade metodológica dos estudos. Nessa revisão sistemática, a maioria dos estudos incluídos apresentavam risco médio de viés, o que pode ser resultado da ausência de relatos detalhados da abordagem metodológica utilizada em cada estudo. Indicando que relatórios metodológicos insatisfatórios são um problema comum (DECHARTRES et al., 2017), esses resultados são consistentes com outras revisões sistemáticas já publicadas (DA SILVA RODRIGUES et al., 2019; MAY; FRAGA; MAY, 2021; PEREIRA et al., 2016). Ainda assim, relatórios de baixa qualidade não denotam necessariamente uma qualidade insatisfatória do estudo, mas restringem a avaliação e a confiabilidade da abordagem metodológica aplicada (MHASKAR et al., 2012).

Dentre as limitações da presente revisão sistemática estão a alta heterogeneidade em algumas meta-análises realizadas e o baixo número de artigos incluídos no desfecho de resistência mecânica para cerâmica feldspática reforçadas ou não por leucita, impossibilitando o agrupamento de dados para uma análise quantitativa. Apesar dessas limitações, as descobertas encontradas sugerem a necessidade de realização de estudos futuros sobre os efeitos da concentração e tempo de condicionamento com ácido fluorídrico no comportamento mecânico de cerâmicas vítreas (especialmente em fadiga), possibilitando a sistematização dos resultados encontrados.

Revisões sistemáticas de estudos *in vitro* tem sido criticadas pela baixa adesão às diretrizes do PRISMA, que reflete-se no nível de evidência científica (ELSHAFAY et al., 2019). No entanto, são ferramentas importantes para a sistematização do conhecimento disponível na literatura sobre aspectos relevantes na prática clínica e que por diferentes razões, incluindo-se custos e influência de múltiplos fatores que não podem ser controlados, são pouco ou não explorados em estudos clínicos. Um desses exemplos é o protocolo de condicionamento dos materiais cerâmicos.

Diante dos achados dessa revisão sistemática e meta-análises, podemos constatar que as recomendações feitas pelos fabricantes para o condicionamento ácido de cerâmicas vítreas parecem ser as mais acertadas no sentido de favorecer a adesão destes materiais aos cimentos resinosos, e o comportamento mecânico das cerâmicas à base de silicato/dissilicato de lítio. Os achados foram inconclusivos para o efeito das concentrações e tempos de condicionamento de ácido fluorídrico sobre o comportamento mecânico de cerâmicas feldspáticas e feldspáticas reforçadas por leucita.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados desta revisão sistemática e meta-análise, conclui-se que a recomendação dos fabricantes para concentração de ácido fluorídrico e seu tempo de aplicação em cerâmicas à base de dissilicato/silicato de lítio (5% por 20 s), parece ser a mais eficaz para proporcionar ótimos resultados de resistência adesiva e mecânica (similares ou maiores quando comparados a protocolos alternativos).

Os protocolos de condicionamento não apresentaram efeitos diferentes sobre os valores de resistência adesiva de cerâmicas feldspática e reforçadas por leucita. Os efeitos do HF sobre o comportamento mecânico dessas cerâmicas foram inconclusivos, pois os estudos foram avaliados apenas qualitativamente.

REFERÊNCIAS

- ABOUSHELIB, M. N.; SLEEM, D. Microtensile bond strength of lithium disilicate ceramics to resin adhesives. **J Adhes Dent**, v. 16, n. 6, p. 547–552, 2014.
- ADDISON, O.; MARQUIS, P. M.; FLEMING, G. J. P. The impact of hydrofluoric acid surface treatments on the performance of a porcelain laminate restorative material. **Dental Materials**, v. 23, n. 4, p. 461–468, 2007.
- AIDA, M.; HAYAKAWA, T.; MIZUKAWA, K. Adhesion of composite to porcelain with various surface conditions. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 73, n. 5, p. 464–470, 1995.
- AMARAL, R. et al. Resin bonding to a feldspar ceramic after different ceramic surface conditioning methods: Evaluation of contact angle, surface pH, and microtensile bond strength durability. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 13, n. 6, p. 551–560, 2011.
- BARCHETTA, N. 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.
- BARGHI, N.; FISCHER, D. E.; VATANI, L. Effects of Porcelain Leucite Content, Types of Etchants, and Etching Time on Porcelain-Composite Bond. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 18, n. 1, p. 47–53, 2006.
- BELLI, R. et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 1: Measurement of elastic constants and microstructural characterization. **Dental Materials**, v. 33, n. 1, p. 84–98, 2017.
- BONA, A. DELLA; ANUSAVICE, K. J.; HOOD, J. A. A. Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. **International Journal of Prosthodontics**, v. 15, n. 3, 2002.
- BOTTINO, M. A. et al. Effect of ceramic etching protocols on resin bond strength to a feldspar ceramic. **Operative dentistry**, v. 40, n. 2, p. E40–E46, 2015.
- BRENTEL, A. S. et al. Microtensile bond strength of a resin cement to feldspathic ceramic after different etching and silanization regimens in dry and aged conditions. **Dental Materials**, v. 23, n. 11, p. 1323–1331, 2007.
- CAPARROSO, C. B. et al. Evaluación in vitro del efecto de la concentración y el tiempo de aplicación del ácido fluorhídrico sobre la adhesión al disilicato de litio. 2014.
- CAPARROSO PÉREZ, C. et al. Evaluación in Vitro del Efecto de la Concentración y el Tiempo de Aplicación del Ácido Fluorhídrico sobre la Resistencia a la Flexión Biaxial y la Rugosidad del Disilicato de Litio de Última Generación. **International journal of odontostomatology**, v. 9, n. 2, p. 273–281, 2015.
- CHEN, J.; MATSUMURA, H. Effect of different etching periods on the bond strength of a composite resin to a machinable porcelain. v. 28, n. 1, p. 53–58, 1998.

- DA SILVA RODRIGUES, C. et al. Do thermal treatments affect the mechanical behavior of porcelain-veneered zirconia? A systematic review and meta-analysis. **Dental Materials**, v. 35, n. 5, p. 807–817, 2019.
- DECHARTRES, A. et al. Evolution of poor reporting and inadequate methods over time in 20 920 randomised controlled trials included in Cochrane reviews: research on research study. **Bmj**, v. 357, 2017.
- DENRY, I.; KELLY, J. R. Emerging ceramic-based materials for dentistry. **Journal of dental research**, v. 93, n. 12, p. 1235–1242, 2014.
- DENTISPLY SIRONA. Celtra® Duo - Guidelines for processing Celtra Duo. p. 1–8, 2018.
- EL-DAMANHOURY, H. M.; GAINANTZOPOULOU, M. D. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. **Journal of prosthodontic research**, v. 62, n. 1, p. 75–83, jan. 2018.
- ELSHAFAY, A. et al. Reporting quality in systematic reviews of in vitro studies: a systematic review. **Current medical research and opinion**, 2019.
- FABIANELLI, A. et al. The effect of different surface treatments on bond strength between leucite reinforced feldspathic ceramic and composite resin. **Journal of dentistry**, v. 38, n. 1, p. 39–43, 2010.
- GEHRT, M. et al. Clinical results of lithium-disilicate crowns after up to 9 years of service. **Clinical oral investigations**, v. 17, n. 1, p. 275–284, 2013.
- GUESS, P. C. et al. All-ceramic partial coverage restorations—Midterm results of a 5-year prospective clinical splitmouth study. **journal of dentistry**, v. 37, n. 8, p. 627–637, 2009.
- GÜLER, A. U. et al. Effect of acid etching time and a self-etching adhesive on the shear bond strength of composite resin to porcelain. **Journal of Adhesive Dentistry**, v. 8, n. 1, 2006.
- HIGGINS, J. P. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions. Version 5.1. 0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration. **www.cochrane-handbook.org**, 2011.
- HOOSHMAND, T.; PARVIZI, S.; KESHVAD, A. Effect of surface acid etching on the biaxial flexural strength of two hot-pressed glass ceramics. **Journal of Prosthodontics**, v. 17, n. 5, p. 415–419, 2008a.
- HOOSHMAND, T.; PARVIZI, S.; KESHVAD, A. Effect of Surface Acid Etching on the Biaxial Flexural Strength of Two Hot-Pressed Glass Ceramics. v. 17, p. 415–419, 2008b.
- IVOCLAR VIVADENT. Ivoclar Vivadent All-Ceramics Ivoclar Vivadent All-Ceramics Preparing for cementation. 2013.
- JESUS, R. H. DE et al. Influence of Acid Etching on Bond Strength Between Feldspathic Ceramics and Resin Cement. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 77, p. 1, 2020.
- KELLY, J. R. Dental ceramics : current thinking and trends. v. 48, p. 513–530, 2004.

- KESHMIRI, N.; ALAGHEHMAND, H.; MOKHTARPOUR, F. Effect of Hydrofluoric Acid Surface Treatments on Surface Roughness and Three-Point Flexural Strength of Suprinity Ceramic. **Frontiers in Dentistry**, p. 1–7, 2020.
- LEITE, F. P. et al. Effect of the etching duration and ultrasonic cleaning on microtensile bond strength between feldspathic ceramic and resin cement. **Journal of Adhesion**, v. 89, n. 3, p. 159–173, 2013.
- 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. **Dental Materials**, v. 37, n. 3, p. e151–e161, 2021.
- LISE, D. P. et al. Microshear bond strength of resin cements to lithium disilicate substrates as a function of surface preparation. **Operative dentistry**, v. 40, n. 5, p. 524–532, 2015.
- LOPES, G. C. et al. Does a self-etching ceramic primer improve bonding to lithium disilicate ceramics? Bond strengths and FeSEM analyses. **Operative Dentistry**, v. 44, n. 2, p. 210–218, 2018.
- LUCAS DO AMARAL COLOMBO, FABIÁN MURILLO-GÓMEZ, M. F. D. G. 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.
- MAAWADH, A. et al. the Effect of Different Hydrofluoric Acid Etching Times on the Bond Strength of Zirconia Reinforced Lithium Silicate Glass Ceramics. **International Journal of Medical Dentistry**, v. 25, n. 1, p. 42–48, 2021.
- MAY, M. M.; FRAGA, S.; MAY, L. G. Effect of milling, fitting adjustments, and hydrofluoric acid etching on the strength and roughness of CAD-CAM glass-ceramics: A systematic review and meta-analysis. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, 2021.
- MENEES, T. S. et al. Influence of particle abrasion or hydrofluoric acid etching on lithium disilicate flexural strength. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 112, n. 5, p. 1164–1170, 2014.
- MHASKAR, R. et al. Published methodological quality of randomized controlled trials does not reflect the actual quality assessed in protocols. **Journal of clinical epidemiology**, v. 65, n. 6, p. 602–609, 2012.
- MONTAGNER, A. F. et al. MMP inhibitors on dentin stability: a systematic review and meta-analysis. **Journal of dental research**, v. 93, n. 8, p. 733–743, 2014.
- MORIMOTO, S. et al. Main Clinical Outcomes of Feldspathic Porcelain and Glass-Ceramic Laminate Veneers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Survival and Complication Rates. **International Journal of Prosthodontics**, v. 29, n. 1, 2016.
- MOURA, D. M. D. et al. Hydrofluoric acid concentration, time and use of phosphoric acid on the bond strength of feldspathic ceramics. **Brazilian oral research**, v. 34, 2020.
- MUSTAFA, B. D. et al. Novel ceramic primer vs. Conventional treatment methods: Effects

on roughness and bond strength of all-ceramic restorations. **American Journal of Dentistry**, v. 31, n. 5, p. 249–254, 2018.

NAVES, L. Z. et al. Surface/interface morphology and bond strength to glass ceramic etched for different periods. **Operative Dentistry**, v. 35, n. 4, p. 420–427, 2010.

NOGUEIRA, I. DE O. et al. Does the application of an adhesive layer improve the bond strength of etched and silanized glass-ceramics to resin-based materials? A systematic review and meta-analysis. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 125, n. 1, p. 56–64, 2021.

OTTO, T.; DENT, M. Computer-Aided Direct Ceramic Restorations : A 10-Year Prospective Clinical Study of Cerec CAD / CAM Inlays and Onlays. v. 15, n. 2, p. 122–128, 2002.

OUZZANI, M. et al. Rayyan---a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic Reviews**, v. 5, n. 1, p. 210, 2016.

ÖZCAN, M.; ALLAHBEICKARAGHI, A.; DÜNDAR, M. Possible hazardous effects of hydrofluoric acid and recommendations for treatment approach: a review. **Clinical oral investigations**, v. 16, n. 1, p. 15–23, 2012.

ÖZCAN, M.; VALLITTU, P. K. Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. **Dental Materials**, v. 19, n. 8, p. 725–731, 2003.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Bmj**, v. 372, 2021.

PEREIRA, G. K. R. et al. The effect of grinding on the mechanical behavior of Y-TZP ceramics: A systematic review and meta-analyses. **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 63, p. 417–442, 2016.

PHOENIX, R. D.; SHEN, C. Characterization of treated porcelain surfaces via dynamic contact angle analysis. **International Journal of Prosthodontics**, v. 8, p. 187, 1995.

PROCHNOW, C. et al. Effect of etching with distinct hydrofluoric acid concentrations on the flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. **Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials**, v. 105, n. 4, p. 885–891, 2016.

PROCHNOW, C. et al. Adhesion to a lithium disilicate glass ceramic etched with hydrofluoric acid at distinct concentrations. **Brazilian Dental Journal**, v. 29, n. 5, p. 492–499, 2018a.

PROCHNOW, C. et al. How does hydrofluoric acid etching affect the cyclic load-to-failure of lithium disilicate restorations? **Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials**, v. 87, p. 306–311, 2018b.

RAMAKRISHNAIAH, R. et al. The effect of hydrofluoric acid etching duration on the surface micromorphology, roughness, and wettability of dental ceramics. **International journal of molecular sciences**, v. 17, n. 6, p. 822, 2016.

SARKIS-ONOFRE, R. et al. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts

luted into root canals: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Operative dentistry**, v. 39, n. 1, p. E31–E44, 2014.

SATO, T. P. et al. Effects of surface treatments on the bond strength between resin cement and a new zirconia-reinforced lithium silicate ceramic. **Operative Dentistry**, v. 41, n. 3, p. 284–292, 2015.

STRAFACCE, A. et al. HF etching of CAD/CAM materials: Influence of HF concentration and etching time on shear bond strength. **Head and Face Medicine**, v. 15, n. 1, p. 1–10, 2019.

SUNDFELD NETO, D. et al. The effect of hydrofluoric acid concentration on the bond strength and morphology of the surface and interface of glass ceramics to a resin cement. **Operative Dentistry**, v. 40, n. 5, p. 470–479, 2015.

VENTURINI, A. B. et al. Effect of hydrofluoric acid concentration on resin adhesion to a feldspathic ceramic. **The Journal of Adhesive Dentistry**, v. 17, n. 4, p. 313–320, 2015a.

VENTURINI, A. B. et al. Influence of hydrofluoric acid concentration on the flexural strength of a feldspathic ceramic. **Journal of the mechanical behavior of biomedical materials**, v. 48, p. 241–248, 2015b.

VENTURINI, A. B. et al. Fatigue failure load of feldspathic ceramic crowns after hydrofluoric acid etching at different concentrations. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 119, n. 2, p. 278–285, 2017.

VENTURINI, A. B. et al. The effect of hydrofluoric acid concentration on the fatigue failure load of adhesively cemented feldspathic ceramic discs. **Dental Materials**, v. 34, n. 4, p. 667–675, 2018.

VERÍSSIMO, A. H. et al. Effect of hydrofluoric acid concentration and etching time on resin-bond strength to different glass ceramics. **Brazilian Oral Research**, v. 33, p. 1–11, 2019.

VITA ZAHNFABRIK. Working Instructions. n. 08, p. 1–40, 2018.

VITA ZAHNFABRIK; RAUTER, H. VITA SUPRINITY® PC Characterization with VITA AKZENT Plus* 2. 2009.

WONG, A. C. H. et al. Aspects of adhesion tests on resin–glass ceramic bonding. **Dental Materials**, v. 33, n. 9, p. 1045–1055, 2017.

XIAOPING, L.; DONGFENG, R.; SILIKAS, N. Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e.max Press glass ceramic. **Dental Materials**, v. 30, n. 12, p. e330–e336, 2014.

YEN, T.-W.; BLACKMAN, R. B.; BAEZ, R. J. Effect of acid etching on the flexural strength of a feldspathic porcelain and a castable glass ceramic. **The Journal of prosthetic dentistry**, v. 70, n. 3, p. 224–233, 1993.

ZOGHEIB, L. V. et al. Effect of hydrofluoric acid etching duration on the roughness and flexural strength of a lithium disilicate-based glass ceramic. **Brazilian dental journal**, v. 22,

p. 45–50, 2011.