

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PPG- MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA**

Luciana de Castro Braga

**Efeito de diferentes métodos de condicionamento e do agente cimentante na durabilidade de união
a novos materiais CAD/CAM**

Juiz de Fora
2020

Luciana de Castro Braga

Efeito de diferentes métodos de condicionamento e do agente cimentante na durabilidade de união a novos materiais CAD/CAM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em odontologia, do curso Mestrado em Clínica Odontológica da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientadora: Profa. Dra. Fabíola Pessôa Pereira Leite

Co-orientador: Prof. Dr. Ronaldo Luís Almeida de Carvalho

Juiz de Fora
2020

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

Braga, Luciana de Castro.

Efeito de diferentes métodos de condicionamento e do agente cimentante na durabilidade de união a novos materiais CAD/CAM / Luciana de Castro Braga. -- 2020.

80 f. : il.

Orientadora: Fabíola Pessoa Pereira Leite

Coorientador: Ronaldo Luís Almeida de Carvalho

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Odontologia. Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, 2020.

1. Cerâmica. 2. Adesão. 3. Cimento. 4. Superfície. I. Leite, Fabíola Pessoa Pereira, orient. II. Carvalho, Ronaldo Luís Almeida de, coorient. III. Título.

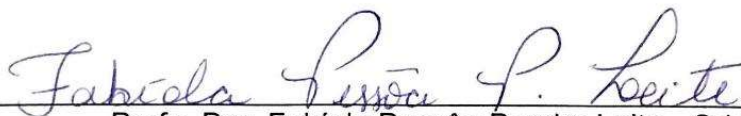
LUCIANA DE CASTRO BRAGA

**EFEITO DE DIFERENTES MÉTODOS DE CONDICIONAMENTO E DO
AGENTE CIMENTANTE NA DURABILIDADE DE UNIÃO A NOVOS
MATERIAIS CAD/CAM**

Dissertação de Mestrado apresentada
ao Programa de Pós-graduação em
Clínica Odontológica da Faculdade de
Odontologia da Universidade Federal de
Juiz de Fora, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica. Área de concentração em
Clínica Odontológica.

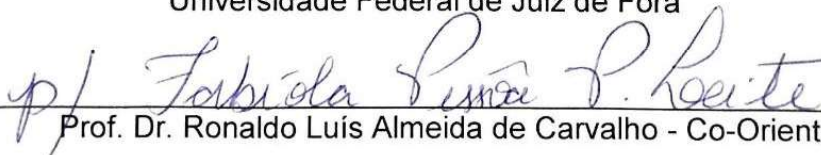
Aprovada em 08/09/2020

BANCA EXAMINADORA



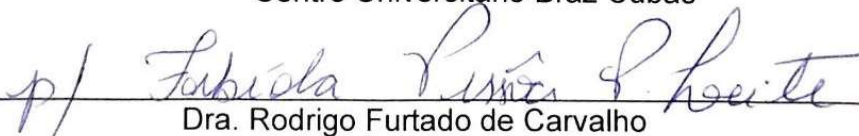
Profa. Dra. Fabíola Pessoa Pereira Leite - Orientadora

Universidade Federal de Juiz de Fora

p/ 

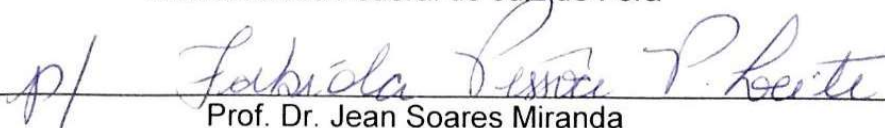
Prof. Dr. Ronaldo Luís Almeida de Carvalho - Co-Orientador

Centro Universitário Braz Cubas

p/ 

Dra. Rodrigo Furtado de Carvalho

Universidade Federal de Juiz de Fora

p/ 

Prof. Dr. Jean Soares Miranda

Centro Universitário Braz Cubas

Dedico esse trabalho a minha filha, Ana Maria.

Assim como dedico toda minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por permitir que um sonho se tornasse realidade, e por cuidar de mim durante a trajetória.

Agradeço a todos os envolvidos nas instituições que foram fundamentais para que meu trabalho pudesse ser desenvolvido. De uma forma especial ao Prof. Dr. Estevão Tomomitsu Kimpara, que possibilita o intercâmbio entre UFJF e o Instituto de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, nos dando acesso a uma tecnologia e possibilidades de pesquisas que não seriam possíveis somente aqui. Agradeço também ao Dr. João Paulo Machado que contribuiu veementemente nos testes desse trabalho, abrindo as portas do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). E de uma forma muito carinhosa quero agradecer a Carla, Sr. Silvério e Sr. Enio, funcionários do Laboratório de pesquisas da faculdade de odontologia da UFJF, que sempre, com muita disposição e boa vontade, me ajudaram nas etapas laboratoriais.

Agradeço aos grandes amigos que o mestrado me deu. Pessoas muito queridas que estiveram presentes em momentos felizes, mas em alguns difíceis também. A todos os amigos da turma 12 e aos colegas da equipe “Fabiola” minha sincera gratidão, em especial ao Everton, que se tornou um amigo muito especial pra mim, um grande companheiro nessa jornada.

Agradeço a minha família! Minha mãe, minha filha, meus irmão, que tanto torceram e torcem por mim, e que muitas vezes me motivam com o orgulho que sentem pelo que faço. E ao meu marido um agradecimento não só pela existência e amor, mas também pelas gigantescas ajudas em todo o processo, esse trabalho também é seu, e você sabe disso.

Por fim, uma gratidão muito especial, as duas pessoas que tornaram isso tudo possível. Aos meus orientadores Fabiola e Ronaldo. Exemplos não só de pesquisadores e profissionais exemplares, mas de pessoas que se destacam nesse mundo, pois realmente dedicam tempo e sabedoria para doar ao outro. Obrigada por tudo, e esse tudo é só o começo de uma longa jornada juntos.

RESUMO

O objeto do presente estudo foi avaliar o efeito de dois diferentes tipos de tratamentos de superfície na resistência adesiva ao cilhamento após cimentação de quatro tipos de cerâmicas vítreas reforçadas, utilizando dois tipos de cimento resinoso, um autocondicionante/autoadesivo e o outro convencional, após serem submetidas à termociclagem. As cerâmicas utilizadas foram: Vita Enamic, Vita Suprinity e Vita Mark II. Foram confeccionados 35 blocos de cada cerâmica, com 2mm de espessura, polidos em uma face. Sobre essa face polida de 15 amostras de cada grupo, aplicou o tratamento de superfície com ácido hidrófluorídrico (HF) e silano, em outras 15 o tratamento foi com Monobond Etch and Prime, e as 5 finais não receberam tratamento de superfície. De cada grupo de cerâmica 15 amostras tratadas (5 sem tratamento, 5 com HF e 5 com monobond) foram destinadas aos testes qualitativos de microscopia eletrônica de varredura e perfilometria. As 20 amostras restantes foram divididas em dois subgrupos contendo 10 espécimes com tratamento HF e 10 com monobond e receberam cilindros de cimentação de dois cimentos diferentes, de forma que a metade das amostras de tratamento HF tiveram cimentação com Multlink Speed e a outra metade com Multlink N. Após a termociclagem, estas 20 amostras foram submetidas aos teste de cisalhamento na máquina de ensaios universal (EMIC), e os resultados foram analisados pelos testes de Two-way ANOVA, D'Agostino & Pearson e Tukey. Os resultados revelaram valores médios de resistência de união superiores para o grupo Enamic quando o tratamento de superfície foi realizado com HF e silano, e a influência do cimento só ocorreu para grupos tratados com Monobond, sendo o de cimento autoadesivo maior que o convencional. Para o grupo Vita Mark II, os valores foram superiores para os grupos tratados com HF e o grupo Monobond com cimento autocondicionante, não apresentando diferenças estatísticas entre si, mas do grupo monobond com cimento convencional. Para a cerâmica Suprinity não houve influência do tipo de tratamento de superfície, mas do tipo de cimento, sendo que os maiores valores médios de união foram encontrados para os grupos que receberam cimento autoadesivo. Com os resultados obtidos concluiu-se que tanto o tratamento de superfície quanto o tipo de cimento utilizado podem influenciar na resistência de união, dependendo do tipo da cerâmica, sendo que para as cerâmicas Enamic e Vita Mark o tratamento de superfície com HF e silano promove uma união com valores médios mais elevados e para Suprinity, os valores medios mais expressivos acontecem com a cimentação de cimento resinoso autocondicionante.

Palavras-chave: Cerâmica. Adesão. Cimento. Superfície.

ABSTRACT

The object of the present study was to evaluate the effect of two different types of surface treatments on the adhesive resistance to microcillion after cementing four types of glass ceramics reinforced with two types of resin cement, one self-etching / self-adhesive and the other conventional, after being subjected to thermocycling. The ceramics used were: Vita Enamic, Vita Suprinity and Vita Mark II. 35 blocks were made of each ceramic, 2mm thick, polished on one side. On this polished face of 15 samples from each group, he applied the surface treatment with hydrofluoric acid (HF) and silane, in another 15 the treatment was with Monobond Etch and Prime, and the final 5 received no surface treatment. From each ceramic group, 15 samples treated (5 without treatment, 5 with HF and 5 with monobond) were sent to qualitative tests of scanning electron microscopy and profilometry. The remaining 20 samples were divided into two subgroups containing 10 specimens with HF treatment and 10 with monobond and received cementation cylinders from two different cements, so that half of the HF treatment samples were cemented with Multlink Speed and the other half with Multlink N After thermocycling, these 20 samples were submitted to shear tests in the universal testing machine (EMIC), and the results were analyzed by the Two-way ANOVA, D'Agostino & Pearson and Tukey tests. The results revealed higher mean bond strength values for the Enamic group when the surface treatment was carried out with HF and silane, and the influence of cement only occurred for groups treated with Monobond, with the self-adhesive cement being higher than the conventional one. For the Vita Mark II group, the values were higher for the groups treated with HF and the Monobond group with self-etching cement, with no statistical differences between them, but for the monobond group with conventional cement. For Suprinity ceramics, there was no influence on the type of surface treatment, but on the type of cement, with the highest average bond values found for groups that received self-adhesive cement. With the results obtained it was concluded that both the surface treatment and the type of cement used can influence the bond strength, depending on the type of the ceramic, and for the Enamic and Vita Mark ceramics the surface treatment with HF and silane promotes a union with higher average values and for Suprinity, the most expressive average values occur with cementation of self-etching resin cement.

Keywords: Ceramics. Accession. Cement. Surface.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Bloco de Vita Enamic posicionado na IsoMet® 1000 PrecisionSaw previamente ao corte.....	37
Figura 2 -Delineamento inicial dos grupos.....	38
Figura 3 - Politriz Ecomet 250.....	38
Figura 4 – Sequência de amostra da Suprinity, mostrando acabamento, polimento e cristalização.....	39
Figura 5 – Início do processo de inclusão das amostras polidas em resina acrílica.....	39
Figura 6 – Finalização do processo de inclusão das amostras polidas em resina acrílica.....	40
Figura 07 -Delineamento dos grupos cerâmica Enamic.....	40
Figura 08 -Delineamento dos grupos cerâmica Vita Mark.....	41
Figura 09 -Delineamento dos grupos cerâmica Suprinity.....	41
Figura 10 -Tratamento de superfície com Monobond Etch & Prime.....	42
Figura 11- Amostra com os Tygons fixados para confecção dos cilindros.....	43
Figura 12- Amostra com os Tygons fixados recebendo o cimento resinoso.....	43
Figura 13 - Cilindros de cimento resinoso sobre a superfície cerâmica.....	44
Figura 14 - Temocicladora (521-D – EthikTechnology/ Nova Ética – Vargem Grande Paulista - SP).....	44
Figura 15 – Corpos de Prova preparados para a termociclagem.....	45
Figura 16 -EMIC.....	45
Figura 17 - Amostra sendo submetida ao Ensaio de Microcisalhamento.....	46
Figura 18 - Perfilômetro óptico digital (LAS-INPE).....	47
Figura 19 - Microscópio eletrônico de varredura (MEV-FEG) (LAS-INPE).....	48
Figura 20 - Metalizadora (LAS-INPE).....	48

Figura 21- Gráfico dos valores de resistência de união (MPa) da ENAMIC.....	51
Figura 22- Gráfico dos valores de resistência de união (MPa) da VITAMARK.....	52
Figura 23- Gráfico dos valores de resistência de união (MPa) da SUPRINITY.....	52
Figura 24- Gráfico dos valores de rugosidade superficial (ηm) Enamic.....	55
Figura 25- Gráfico dos valores de rugosidade superficial (ηm) Vita Mark.....	56
Figura 26 – Gráfico dos valores de rugosidade superficial (ηm) Suprinity.....	57
Figura 27 – Micrografia Grupo controle – sem tratamento de superfície ENAMIC.....	57
Figura 28 - Micrografia Grupo HF ENAMIC.....	58
Figura 29 - Micrografia Grupo MB ENAMIC.....	59
Figura 30 - Micrografia Grupo controle – sem tratamento de superfície VITA MARK.....	60
Figura 31 - Micrografia Grupo HF VITA MARK.....	60
Figura 32 - Micrografia Grupo MB VITA MARK.....	61
Figura 33 - Micrografia Grupo controle – sem tratamento de superfície SUPRINITY.....	61
Figura 34 - Micrografia Grupo HF SUPRINITY.....	62
Figura 35- Micrografia Grupo MB SUPRINITY.....	62
Figura 36 - MEV-FEG Enamic Controle (aumento de 500 kx e 2000 kx).....	63
Figura 37 - MEV-FEG Enamic tratado com HF (aumento de 500 kx e 2.000 kx).....	64
Figura 38 - MEV-FEG Enamic tratado com Monobond (aumento de 500 kx e 2000 kx).....	64
Figura 39 - MEV-FEG Vita Mark Controle (aumento de 500 kx e 3000 kx).....	65
Figura 40 - MEV-FEG Vita Mark tratado com HF (aumento de 500 kx e 3.000 kx).....	65
Figura 41 - MEV-FEG Vita Mark tratado com Monobond (aumento de 500 kx e 3.000 kx).....	66
Figura 42 - MEV-FEG Suprinity Controle (aumento de 500 kx e 3000 kx).....	67

Figura 43 - MEV-FEG Suprinity tratado com HF (aumento de 500 kx e 3.000 kx).....67

Figura 44 - MEV-FEG Suprinity tratado com Monobond (aumento de 500 kx e 3.000 kx)....68

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Nomes comerciais, tipos de material, fabricantes e lotes dos produtos utilizados nos experimentos.....	36
Tabela 1: Resultados do teste de Two-way ANOVA da ENAMIC.....	49
Tabela 2: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de resistência (MPa) da ENAMIC.....	49
Tabela 3: Resultados do teste de Two-way ANOVA da VITAMARK.....	50
Tabela 4: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de resistência (MPa) da VITAMARK.....	50
Tabela 5: Resultados do teste de Two-way ANOVA da Suprinit.....	50
Tabela 6: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de resistência (MPa) da Suprinit.....	51
Quadro 2 - Padrão das fraturas Grupos da cerâmica Enamic.....	53
Quadro 3 - Padrão das fraturas Grupos da cerâmica Vita Mark.....	53
Quadro 3 - Padrão das fraturas Grupos da cerâmica Suprinity.....	53
Tabela 7: Resultados do teste de ANOVA Enamic.....	54
Tabela 8: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de rugosidade Enamic (nm).....	54
Tabela 9: Resultados do teste de ANOVA Vita Mark.....	55
Tabela 10: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de rugosidade (nm)Vita Mark.....	55
Tabela 11: Resultados do teste de ANOVA Suprinity.....	56
Tabela 12: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de rugosidade (nm) Suprinity.....	56

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	15
2.1	CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS.....	15
2.2	TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE.....	18
2.3	CIMENTAÇÃO.....	26
2.4	ENSAIOS MECÂNICOS.....	32
2.5	ENVELHECIMENTO.....	33
3	PROPOSIÇÃO.....	35
3.1	OBJETIVO GERAL.....	35
3.2	OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	35
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
4.1	MATERIAIS UTILIZADOS.....	36
4.2	PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS RESTAURADORES.....	36
4.3	DELINEAMENTO DOS GRUPOS.....	40
4.4	TRATAMENTO DAS SUPERFÍCIES.....	42
4.4.1	Grupos submetidos ao ácido hidrófluorídrico e Monobond N.....	42
4.4.2	Grupo submetido ao Monobond Etch and Prime.....	42
4.5	PROCEDIMENTO DE CIMENTAÇÃO.....	42
4.6	TERMOCICLAGEM (TC).....	44
4.7	TESTE DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO.....	44
4.7.1	Análise da Fratura.....	45
4.8	ANÁLISES COMPLEMENTARES.....	45
4.8.1	Perfilometria.....	45
4.8.2	Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....	47
5	RESULTADOS.....	49
5.1	RESISTÊNCIA.....	49
5.1.1	Análises das fraturas.....	51
5.2	PERFILOMETRIA.....	53
5.3	MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV).....	63
6	DISCUSSÃO.....	69
7	CONCLUSÃO.....	75
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

1 INTRODUÇÃO

A crescente demanda de paciente e dentista em termos de estética trouxe a ascensão de restaurações livres de infraestrutura metálica (ELSAKA e ELNAGHY, 2016; BELLAN et al, 2017; RIQUIERI et al., 2018), tornando as cerâmicas odontológicas um dos procedimentos mais utilizados nas reabilitações odontológicas. A possibilidade de fixação adesiva dos materiais restauradores cerâmicos aos tecidos dentais, associado com o busca pelo natural na reposição do substrato dental perdido, impulsionou avanços no desenvolvimento e na fabricação das cerâmicas, assim como o dos métodos e materiais que são utilizados no seu condicionamento e adesão as estruturas dentárias. (RAPOSO et al, 2012).

Características como a estabilidade de cor; alta resistência e durabilidade; excelente lisura superficial; resistência à abrasão; baixo acúmulo de placa bacteriana; coeficiente de expansão térmica e rigidez compatíveis com as estruturas dentais fazem com que os materiais cerâmicos proporcionem excelente estética, função e durabilidade, quando bem indicados. (MAGNE E BELSER, 2013; GIRAY et al, 2014).

As cerâmicas odontológicas são fundamentalmente estruturas inorgânicas, constituídas primariamente por oxigênio (O) com um ou mais elementos metálicos ou semimetálicos. Elas apresentam basicamente uma fase cristalina, responsável pela resistência e isolamento, circundada por uma fase vítrea, que define a viscosidade e a expansão térmica do material. Esta é responsável pelas propriedades ópticas do material, como a translucidez (RAPOSO et al, 2012).

São muitas as classificações das cerâmicas, mas para o presente estudo a mais indicada seria quanto ao tipo: convencionais e reforçadas. As convencionas são as cerâmicas feldspáticas, primeiras de uso odontológico, sendo essencialmente uma mistura de feldspato de potássio ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) ou feldspato de sódio ($Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$) com quartzo (SiO_2). Já as reforçadas surgiram na busca por uma melhora na resistência dos materiais cerâmicos, aumentando a proporção da fase cristalina, com a incorporação de cristais como leucita, dissilicato de lítio, alumina e zircônia, diminuindo assim a propagação de trincas nas cerâmicas quando submetidas a tensões de tração, o que aumenta, desta forma, a sua resistência (GOMES et al, 2008; ANUSAVIC, SHEN e RAWLS, 2013).

A sobrevivência em longo prazo da restauração depende principalmente da resistência e durabilidade da ligação entre a cerâmica e os substratos dentários (RAPOSO et al, 2012).

A adesão da cerâmica à estrutura dental pode ser realizada através de ligação mecânico-química entre o material restaurador, o substrato dental e o agente cimentante

(TSUJIMOTO et al, 2017). Para isto é necessário que se condicione a superfície interna da restauração cerâmica (FERREIRA, 2017). Dentre as modalidades utilizadas encontramos o ácido hidrofúorídrico (HF). Este age com a sílica presente na cerâmica, promovendo uma reação que dissolve a mesma, criando as microporosidades (BORGES et al, 2003). Essa alteração da topografia gerada promove um aumento da área de superfície, e consequentemente uma maior união (DELLA BONA, ANUSAVICE e HOOD, 2002). Os espaços micrométricos são preenchidos posteriormente por resina fluida que faz a ligação ao cimento resinoso, gerando imbricamento mecânico após sua polimerização, desta forma criando uma união desejável. Porém, encontramos na literatura relatos de efeitos deletérios desse método de condicionamento de superfícies de cerâmica, tanto para o clínico que irá manipulá-lo (BERTOLINI, 1992), como para influenciar a resistência à flexão de certas cerâmicas (XIAOPING, DONGFENG e SILIKAS, 2014).

Algumas alternativas ao condicionamento HF vêm surgindo no mercado, e uma dessas é o primer autocondicionante para cerâmica da Ivoclar, Monobond Etch & Primer. É o primeiro primer cerâmico que permite o condicionamento e a silanização das superfícies de vitrocerâmicas em um único passo de trabalho. A combinação eficiente do condicionador e do agente acoplado resulta em um condicionamento suave das vitrocerâmicas, quando comparado ao ácido hidrofúorídrico (DAPIEVE et al, 2020; SOUZA et al, 2020).

A escolha do agente cimentante no processo restaurador também é um fator de grande importância. A evolução desses materiais trouxe uma maior eficiência na resistência de união relacionada aos mesmos, e neste quesito, os cimentos resinosos são os de melhor destaque na categoria. Existem dois tipos de cimento resinoso que têm sido grande foco de pesquisas sobre o assunto: os convencionais e os autoadesivos. Os primeiros apresentam uma técnica mais sensível, com condicionamento prévio do substrato. Já os autoadesivos surgiram com o intuito de simplificar a técnica de cimentação em única etapa, uma vez que o substrato dentário não requer nenhum pré-tratamento adesivo. Porém, estes apresentam uma força de adesão diminuída em esmalte, o que pode comprometer a resistência final (MAZIOLI, 2017). Devido a grande importância desse passo no protocolo de tratamento reabilitador com cerâmicas, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas a fim de avaliar qual seria a melhor modalidade de condicionamento de superfícies para as vitrocerâmicas e qual melhor escolha do agente cimentante, trazendo um tratamento duradouro e resistente. Muitos testes têm sido empregados para avaliar a resistência de união em ensaios de adesão, tais como: cisalhamento, tração, microtração e microcisalhamento (GRACIA et al, 2002; PLACIDO, 2006). O teste de resistência por tração baseia no carregamento da interface aderida por forças

aplicadas perpendicularmente a mesma e orientadas em direções opostas, de modo a afastar as superfícies. Este teste é bastante sensível a pequenas variações metodológicas, pois há grande dificuldade de alinhamento do espécime na garra e axialização das forças, que pode levar a uma crítica interpretação dos dados obtidos. A microtração foi introduzida em 1994, preconizando espécimes com dimensões reduzidas, com formato de palito, ampulheta ou alteres, com áreas de adesão menores que 1 mm^2 . As vantagens desse novo método são, principalmente, a diminuição do número de fraturas coesivas e a sensibilidade para avaliar novos produtos com alta resistência adesiva (PLACIDO, 2006; CARVALHO, 2013).

O teste mecânico de cisalhamento consiste na resistência ao deslizamento de uma porção de um corpo frente à aplicação de uma carga. O cálculo é feito através da divisão da força pela área paralela à direção da força (ALMEIDA, 2019). Um fio metálico é preso à célula de carga da máquina de ensaio universal e envolve o espécime, a força de afastamento é aplicada até o momento da falha, os valores são dados em Newton e transformados em Mpa, considerando a área de adesão. O microcisalhamento surgiu seguindo a tendência do uso de espécimes de tamanho reduzido. Neste caso os cilindros chegam a ter um diâmetro de 0,8mm de espessura e 0,4 mm de altura, aproximadamente, enquanto que os espécimes para cisalhamento chegam a 4mm de espessura (PLACIDO, 2006).

Outro fator é de grande importância nas pesquisas que buscam avaliar resistência de materiais restauradores bucais, o envelhecimento da amostra. A cerâmica desempenha sua função no ambiente bucal, que é caracterizado por mudanças de pH, pela umidade e, particularmente, por mudanças térmicas. Estes fatores devem ser considerados porque eles podem influenciar as propriedades físicas e mecânicas do material. Termociclagem é um processo *in vitro* que reproduz as mudanças de temperatura e umidade que ocorrem comumente na cavidade oral quando alimentos quentes e frios são ingeridos (SOSTENA et al, 2014).

Essa pesquisa foi planejada buscando estabelecer um protocolo mais próximo do ideal para as cimentações das peças cerâmicas odontológicas, auxiliando os cirurgiões dentistas clínicos na escolha correta dos protocolos dos tratamentos dependendo da casuística. O objetivo desse trabalho será avaliar a influência de diferentes tipos de tratamentos de superfícies, e a ainda a interação que cada um possa ter com dois tipos de agentes cimentantes, em cada cerâmica estudada, a partir do teste de cisalhamento, antecedido por envelhecimento térmico, e testes complementares. Dessa forma acreditamos contribuir para a longevidade dos tratamentos reabilitadores protéticos.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS

As cerâmicas odontológicas têm se tornado uma rotina nos consultórios odontológicos. Suas características como translucidez, estabilidade química, coeficiente de expansão térmica se aproximam muito ao da estrutura dentária, associado ainda à baixa condutividade térmica, compatibilidade biológica e alta resistência à compressão, fizeram com que esse material se tornasse o de primeira escolha na restauração de tecido dentário perdido (CONCEIÇÃO et al, 2005).

As cerâmicas odontológicas apresentam basicamente uma fase cristalina, responsável pela resistência e isolamento, circundada por uma fase vítrea, que define a viscosidade e a expansão térmica do material. Esta é responsável pelas propriedades ópticas do material, como a translucidez. (RAPOSO et al, 2012).

As cerâmicas feldspáticas foram as pioneiras, apresentam uma rede de átomos dispostos de forma tridimensional, sem um padrão regular de distância e ângulo entre si, tornando essa rede menos densa, irregular e, conseqüentemente, menos resistente à propagação de trincas. Durante o aquecimento, o feldspato pode formar cristais de leucita, cuja presença é uma maneira de controlar a expansão térmica da vitrocerâmica e possibilita o uso de tais cerâmicas como recobrimento de coroas com infraestruturas de metal (LIMA, 2018). Com ótima qualidade estética, as coroas puras de porcelanas feldspáticas foram utilizadas por longa data, entretanto, sua baixa resistência limitou sua indicação apenas para coroas unitárias anteriores em situações de pequena carga oclusal (AMOROSO et al, 2012).

Com base no princípio de que quanto maior a quantidade de matriz cristalina, maior a resistência da cerâmica, foram então propostas as cerâmicas reforçadas, que apresentam maior proporção de fase cristalina quando comparadas com as cerâmicas convencionais. Cristais de leucita, dissilicato de lítio, alumina, spinel e zircônia são os mais comumente empregados para atuarem como agentes de reforço da fase cristalina, diminuindo a propagação de trincas nas cerâmicas quando submetidas a tensões de tração, o que aumenta, desta forma, a sua resistência (RAPOSO et al, 2012).

O processamento das cerâmicas, nos primórdios de inserção desse material na odontologia, era feito apenas por técnica artesanal, com geração de uma suspensão, confecção do corpo “verde” e a sinterização propriamente dita, com forno. Posteriormente começou o uso técnica por injeção, sendo seu processo de fabricação através da técnica da cera perdida (ALBAKRY, GUAZZATO e SWAIN, 2003; FERREIRA, 2017). O uso de projeto assistido

por computador / fabricação assistida por computador (CAD / CAM) tornou-se popular nas últimas décadas em odontologia. Essa tecnologia permite ao dentista fresar restaurações em uma única visita, mesclando recursos, como velocidade e facilidade de manuseio, com longevidade. As restaurações podem ser fresadas com cerâmica feldspática, leucita, à base de lítio, zircônia e alumina, e por uma cerâmica infiltrada por rede de polímero (BELLAN et al, 2017; WENDLER et al, 2017; MENDONÇA et al, 2018; STRASSER et al, 2018). Neste trabalho, as cerâmicas utilizadas foram todas na forma de blocos para fabricação em CAD/CAM.

Souza Junior (2014) realizou um estudo de avaliação da cristalização de uma cerâmica reforçada a base de dissilicato de lítio, pelo processo CAD/CAM. Ele objetivou avaliar o efeito de dois processos de cristalização na microdureza, morfologia e resistência à flexão dessas cerâmicas. Os 60 corpos de prova foram divididos em ensaio de microdureza Knoop (30) e teste de flexão (30). Cada ensaio teve os corpos de prova divididos em 3 sub-grupos, de acordo com a cristalização: G1, cristalização de acordo com o fabricante; G2, cristalização simplificada; G3, sem cristalização. Os dados de microdureza foram analisados pelo teste de Friedman, e a flexão pela análise de variância e teste de Tukey. Os resultados mostraram que os dois tipos de cristalização apresentaram melhora no aumento de resistência à flexão, porém o processo de cristalização simplificado promoveu maior microdureza e superfície mais regular.

A VITA ENAMIC (Wilcos) é um material restaurador dentário reforçado com estrutura de rede dupla onde cerâmica dominante é reforçada com uma rede polimérica, sendo que ambas as redes se atravessam totalmente. Um material compósito que combina as propriedades positivas da cerâmica e do compósito. Suas propriedades principais são a elasticidade, resiliência após a união adesiva, e comportamento estético. Já o VITA MARK II (Wilcos) é um material que se caracteriza por uma combinação de material feldspato e uma microestrutura de partículas, que traz maior resistência à fratura e um bom comportamento abrasivo, além da estética e adequada e bom polimento que o material apresenta (VENTURINI et al, 2015; MURILLO-GÓMEZ e GOES, 2018).

SUPRINITY (Wilcos) é um produto cerâmico de silicato de lítio reforçado com dióxido de zircônio. É caracterizada por uma estrutura especial de grão fino e homogênea, levando a uma resiliência consistente, assim como uma fiabilidade em longo prazo. Além disso, o material também oferece boas características de trabalho, como polimento, translucidez, fluorescência e opalescência, conferindo característica estética (FERREIRA, 2017).

Através de uma revisão de literatura, Amoroso et al (2012) avaliaram a evolução dos sistemas cerâmicos, envolvendo os diferentes tipos e propriedades, indicações e considerações clínicas. Em uma busca detalhada e avançada no banco de dados *PubMed*, foram encontrados 98 artigos. De acordo com os critérios de inclusão e exclusão restaram apenas 35 artigos para a revisão. Os autores concluíram que a diversidade dos sistemas cerâmicos disponíveis no mercado, fazem com que os profissionais da área protética necessitem de uma constante reciclagem acerca das suas propriedades e indicações, visto que bons resultados são devidos à seleção do melhor material para determinado caso em conjunto à habilidade do profissional.

Bispo (2015) elaborou um trabalho com objetivo de realizar uma revisão sobre as cerâmicas odontológicas. Em seu estudo ele buscou elucidar clínicos e pesquisadores sobre as vantagens e desvantagens da zircônia como material alternativo na reabilitação protética, na tentativa de melhorar a resistência da cerâmicas vítreas. Segundo Bispo, dentre os materiais cerâmicos, a zircônia tem sido empregada como uma excelente opção, devido à sua alta resistência mecânica aliada aos modernos sistemas de processamento. Porém, apresentam dificuldades no seu ajuste proximal, oclusal e com os dentes antagonistas, além de exibir opacidade que dificulta uma caracterização extrínseca que mimetize com fidelidade a estrutura dentária. A técnica da cerâmica prensada sobre o coping de zircônia é a melhor iniciativa para obtenção de características mais estéticas quando do emprego desse material, pela visão do autor.

Em um estudo Tavares et al (2020) avaliaram as propriedades estruturais, morfológicas e mecânicas de duas cerâmicas de dissilicato de lítio, IPS e.max CAD e Rosetta SM. Foram realizados cinco testes em ambas as cerâmicas, buscando analisar características importantes dos materiais: a microestrutura (n = 2) foi analisada por difração de raios-x (DRX); propriedades morfológicas (n = 2) foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV), com e sem condicionamento fluorídrico; porosidade (n = 3) foi avaliada por tomografia computadorizada em 3D (micro-CT); a força de flexão foi medida (n = 10) usando o teste de flexão de três pontos; a resistência de união foi determinada com cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 da 3M ESPE (n = 10), utilizando teste de ligação por microcisalhamento. Após a realização de todos os testes, os dados foram analisados pelo teste t-Student e ANOVA, utilizando um nível de significância de $\alpha = 0,05$. Posições altas de pico correspondentes ao lítio padrão Metassilicato e dissilicato de lítio com intensidades semelhantes foram observados para ambas as cerâmicas na análise de DRX. A análise morfológica mostrou que a estrutura cristalina das duas cerâmicas estudadas não mostrou diferença estatística após ataque ácido e não foram registradas diferenças significativas no

número ou tamanho dos poros para as cerâmicas avaliadas. Além disso, não foram encontradas diferenças na resistência à flexão ou na resistência de união aos substratos cerâmicos para os cimentos resinosos. Com base nos resultados do estudo, não houve diferenças significativas entre as duas cerâmicas de dissilicato de lítio CAD-CAM testadas, pois apresentaram estruturas cristalinas semelhantes com intensidades comparáveis e porosidade total semelhante, resistência à flexão e força de ligação.

2.2 TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE

A busca pelo resultado ideal e a longevidade de uma reabilitação com cerâmica, só é possível quando a combinação de alguns fatores importantes é encontrada. Entre esses fatores encontramos o tratamento de superfície das peças protéticas. Esses tratamentos modificam a superfície cerâmica visando aumentar a retenção micromecânica bem como a união química, trazendo resistência à ligação da peça protética ao substrato dental. Além disso, a escolha do tratamento de superfície mais adequado também é importante para a resistência à fratura da cerâmica, pois a escolha de um material mais agressivo, usado de forma inapropriada pelo profissional, pode levar a fragilidade da peça, e esta fraturar facilmente com as cargas oclusais (BERTOLINI, 1992; DELLA BONA, ANUSAVICE e HOOD, 2002; XIAOPING, DONGFENG e SILIKAS, 2014; FERREIRA, 2017).

A fim de melhorar a resistência de união do cimento à superfície cerâmica, são propostas várias estratégias para o tratamento superficial das cerâmicas odontológicas. É importante considerar as características dos cimentos resinosos e sistemas adesivos para que, combinados ao tratamento de superfície, possam proporcionar resultados de resistência adesiva melhorados. Seguindo esse pensamento, Lima (2018), realizou uma revisão de literatura, com o objetivo de avaliar estudos *invitro* sobre o efeito de tratamentos de superfície na resistência de união de cimentos resinosos às cerâmicas odontológicas. Os artigos foram coletados na base de dados eletrônica PubMed. A busca na literatura foi realizada no mês de dezembro de 2017, combinando descritores relacionados a: *cerâmica, tratamento de superfície, cimento resinoso*. Os artigos selecionados foram publicados a partir de 2007. Após a triagem inicial, foi feita a leitura na íntegra dos documentos relevantes que envolvessem a aplicação de tratamentos superficiais em cerâmicas odontológicas. O autor do estudo pode concluir que as cerâmicas são adequadamente tratadas por meio de condicionamento com HF, em concentração e tempo correspondentes ao seu conteúdo cristalino, seguido de silanização.

O protocolo clássico, estabelecido pela literatura, para o tratamento de superfície de cerâmicas ácido-sensíveis é o de aplicação de ácido hidrófluorídrico (HF), seguido de silano.

O HF promove uma dissolução superficial por atacar seletivamente a fase vítrea dessas cerâmicas, expondo o dióxido de silício (SiO_2) e produzindo alterações topográficas que contribuem para retenção micromecânica e união química, quando o silano é empregado. O condicionamento ácido juntamente com a silanização promovem molhabilidade ao cimento na superfície cerâmica, além de alterar sua energia superficial e, conseqüentemente, seu potencial adesivo à resina. Venturini et al (2015), realizaram um estudo com objetivo de avaliar os efeitos do tratamento de superfície com diferentes concentrações de HF na rugosidade e resistência à flexão de uma cerâmica. Este estudo que comparou as mudanças nos padrões estruturais de superfície de uma cerâmica feldspática de acordo com a concentração do HF (1%, 3%, 5% ou 10%), mostrou que mesmo a mínima modificação superficial gerada pelo condicionamento resultou em redução na resistência flexural, sem diferença entre as concentrações testadas. Além disso, o efeito do condicionamento na rugosidade foi progressivo, ou seja, quanto maior a concentração de HF, maior a irregularidade produzida na superfície da cerâmica.

Em outro estudo Venturini et al (2015) avaliaram o efeito de diferentes concentrações de ácido fluorídrico (HF) no ângulo de contato e na durabilidade da resistência de união da resina à cerâmica feldspática. Para avaliar os ângulos de contato foram utilizadas 25 amostras ($12 \times 10 \times 2,4$ mm) do Vita Blocks Mark II, divididas em 5 grupos ($n = 5$): um grupo controle não condicionado (UC) e 4 outros grupos que receberam por 60 s diferentes concentrações de HF: 1% (HF1), 3% (HF3), 5% (HF5) e 10% (HF10). O teste de ligação utilizou 40 blocos de cerâmica ($12 \times 10 \times 4$ mm) que foram fabricados e submetidos aos mesmos tratamentos de superfície mencionados anteriormente (excluindo o controle). As superfícies tratadas foram silanizadas e aplicado cimento resinoso. Após 24 h, os blocos foram seccionados para produzir amostras de barras que foram divididas em dois grupos, não envelhecidas (teste imediato) e envelhecidas (armazenamento por 230 dias + 12.000 termociclos a 5°C e 55°C), e submetido a testes de microtração (μTBS). Também foram realizadas análises micromorfológicas das superfícies tratadas (força atômica e microscopia eletrônica de varredura). ANOVA one-way e testes de Tukey foram aplicados para análise dos dados. Os resultados mostraram que o condicionamento reduziu significativamente os valores de ângulo de contato, o que resultou em aumento de molhabilidade. Houve, ainda, produção de mudanças no padrão topográfico para todas as concentrações, porém apenas as concentrações de 3%, 5% e 10% promoveram valores de resistência de união estáveis e similares, enquanto HF 1% gerou resistência de união instável.

Moura et al (2020), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a influência da

concentração de ácido fluorídrico (HF) e o tempo na resistência de união entre uma cerâmica de feldspática (Vita Mark II) e cimento resinoso (AllCem / FGM). Assim, 80 blocos (10 x 12 x 2 mm) da cerâmica foram confeccionados e distribuídos aleatoriamente em oito grupos (n = 10) de acordo com os fatores: concentração de IC (5 e 10%), tempo de exposição (60 e 120 s) e uso de ácido fosfórico (PA) (com e sem). Posteriormente aos tratamentos de superfície de cada grupo, metade das amostras foram imersas em uma solução de bicarbonato de sódio por 1 min e depois receberam em banho ultrassônico em água destilada (5 min) para limpeza. As amostras foram limpas em água destilada e foi aplicado uma camada de silano (Prosil, FGM; Joinville, Brasil), depois, o sistema adesivo (Ambar, FGM, Joinville, Brasil). Depois do tratamento de superfície, foram feitos cilindros ($\varnothing = 2$ mm; h = 2 mm) do cimento resinoso no centro de cada bloco e o armazenamento foi realizado em água (37°C) por 90 dias, e então foram submetidas à teste de cisalhamento (50 KgF, 1 mm / min). A análise das falhas foi realizada por estereomicroscópio e microscopia eletrônica de varredura. Os dados (MPa) foram analisados com ANOVA de 3 fatores e teste de Tukey. Somente o fator “concentração de IC” foi significativo (p= 0,02). A maioria das falhas foi coesa em cerâmica (40%) e mista (42,5%). A IC de 10% resultou em maior valor da resistência de união ao cisalhamento que o 5% HF. Limpeza de superfícies com ácido fosfórico seguido de bicarbonato de sódio e o tempo de HF (60 ou 120 segundos) não influenciou a resistência de união da resina à cerâmica de feldspato.

É importante ressaltar que o tratamento de superfície promovido pelo HF, deve ser seguido pela aplicação de silano, ou sua eficiência será comprometida. Brentel et al (2006), avaliaram a durabilidade da resistência de união entre cimento resinoso e cerâmica feldspática submetida a diferentes esquemas de condicionamento, com e sem aplicação de agente de acoplamento de silano. Dois tipos de tratamento foram comparados, HF 10% e fluoreto de fosfato acidificado a 1,23% (APF) e cada um deles teve grupo com e sem aplicação de silano. Os blocos condicionados foram posicionados em seus moldes de silicone individuais e o cimento resinoso (Panavia F) foi aplicado nas superfícies tratadas. As amostras foram armazenadas em água destilada (37 graus C) por 24 horas antes do corte. Após seccionar os blocos de cimento-cerâmica, os microsticks de cada bloco foram divididos aleatoriamente em duas condições de armazenamento: teste seco e imediato; TC, ciclagem térmica (12.000 vezes) + armazenamento de água por 150 dias. Testes de resistência de união microtênsil foram realizados em máquina de teste universal e os tipos de falha foram observados. Os dados obtidos (MPa) foram analisados com ANOVA a três fatores e teste de Tukey (alfa = 0,05). Os resultados mostraram que silanização da superfície cerâmica feldspática após o

tratamento com ácido APF ou HF aumentou significativamente os resultados da resistência da ligação microtênsil, com os últimos fornecendo resultados mais altos. Termociclagem a longo prazo e armazenamento de água não diminuíram os resultados nos grupos silanizados.

Nogueira et al (2020) realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de determinar se a aplicação de adesivo após o tratamento de superfície com HF e silanização nas cerâmicas influencia na resistência de união. Os estudos foram selecionados do banco de dados do PubMed. Foram selecionados estudos in vitro comparando valores de resistência de união cerâmica com superfícies tratadas com HF silanizadas, que receberam e não receberam camada de adesivo posteriormente. Os conjuntos de dados foram extraídos e as diferenças médias foram aplicadas usando o Rev Programa Man 5.3. Foi levado em consideração a associação entre teste de resistência de união (cisalhamento / microcisalhamento ou tração /microtração) e uma aplicação de camada adesiva em amostras não envelhecidas e envelhecidas. Dos 4727 estudos potencialmente elegíveis, 54 foram selecionados para análise em texto completo e 15 foram incluídos para síntese qualitativa; destes, 14 foram utilizados na metanálise. Foram realizadas duas meta-análises com heterogeneidade variando de alta a moderada entre os estudos. Com os resultados encontrados a partir da revisão sistemática, Nogueira concluiu que independentemente do teste de resistência de união utilizado, uma aplicação de camada adesiva não melhora a resistência de união da cerâmica de vidro tratada com HF e silanizada a cimentos resinosos. Mas, para o autor, essa influência da aplicação da camada adesiva deve ser avaliada em condições clínicas também.

Yano et al (2019) investigaram a relação entre a microestrutura de diferentes tipos de cerâmicas CAD / CAM e o efeito de silanização na ligação adesiva, usando análise de energia livre de superfície (SFE). Para tal estudo foram utilizadas seis marcas de compósitos CAD / CAM disponíveis comercialmente: KATANA AVENCIA Block, KZR-CAD HR 2, BLOCO ESTELITO, CERASMART 270, BLOCO SHOFU HC e VITA ENAMIC. Duas vitrocerâmicas, vidro SiO₂, AS ONE e VITA Mark II, VITA Zahnfabrik, foram utilizados como amostras de controle positivo e resina de polimetacrilato de metila PMMA como uma amostra de controle negativo. As amostras foram caracterizadas por observações morfológicas e análise SFE. As características de ligação das amostras com o cimento resinoso ((Resicem, SHOFU Inc) foram avaliadas pelo efeito de silanização, determinado a partir da razão entre as tensões de cisalhamento dos grupos de amostras, com e sem aplicação de silano-primer. Os compósitos foram classificados em dois grupos em termos de microestrutura; ENAMIC exibe uma estrutura de rede cerâmica-infiltrada com polímeros (PICN), enquanto os outros compósitos têm uma estrutura de preenchimento disperso (DF). Os resultados mostraram que

o efeito de silanização foi o mais alto para a estrutura PICN do ENAMIC, com isso o autor concluiu que o efeito de silanização na ligação adesiva é mais eficaz para um compósito PICN do que para um DF composto.

Algumas alternativas ao HF para o tratamento de superfície de cerâmicas vêm surgindo há algum tempo no mercado e o Monobond Etch & Primer (Ivoclar) é uma delas, sendo o primeiro primer cerâmico de passo único. A sua aplicação simplificada, onde o condicionamento e a silanização são realizados ao mesmo tempo, diminui a possibilidade de erro técnico, consequentemente diminuindo o risco de falha na resistência de união. É composto por solução aquosa alcoólica de polifluoreto de amônio, metacrilato de silano e corante, que limpa qualquer resíduo de saliva remanescente da superfície. O grande diferencial deste material, quando comparado ao clássico HF, é um condicionamento suave pela combinação eficiente do condicionador e do agente acoplado (MURILLO-GÓMEZ e GOES, 2019; DAPIEVE et al, 2020).

Dapieve et al (2020) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do Monobond Etch & Prime e sua aplicação passiva no desempenho à fadiga de restaurações cerâmicas. Para tal pesquisa, os autores dividiram os 8 grupos baseados em dois fatores: tratamento de superfície e condição de envelhecimento. As variações dos tratamentos de superfície foram as seguintes: aplicação somente do silano Monobond N; aplicação de HF 5% seguido do silano; aplicação do Monobond Etch & Prime por 20 s de forma ativa e 40 s passiva; aplicação do Monobond Etch & Prime por 20 s de forma ativa e 5 min de aplicação passiva. As condições de envelhecimento foram: armazenamento por 24 horas a 5 dias; armazenamento por 90 dias +12.000 ciclos térmicos. A cimentação com Multilink N foi realizada, e as montagens cimentadas foram submetidas à testes de fadiga por esforço. Os resultados mostraram o tratamento unicamente com silano, não é adequado para desempenho estável de fadiga de restaurações de dissilicato de lítio cimentadas de maneira adesiva, e que o condicionamento com primer de passo unico promoveu desempenho semelhante à fadiga, quando comparado ácido fluorídrico a 5% + agente de acoplamento. Porém o aumento do tempo de condicionamento do E&P não melhorou o comportamento da fadiga.

Em um relato de caso publicado, Souza et al (2020) mostraram o acompanhamento de dois anos de facetas de cerâmica e uma coroa total tratada com Monobond Etch & Prime. Após dois anos de acompanhamento clínico, as restaurações apresentaram desempenho estético e funcional satisfatório, estabilidade da cor, integridade superficial e marginal e ausência de trincas e descolamento. Porém, segundo os autores, mais pesquisas são necessárias para investigar o desempenho clínico e a longevidade das restaurações cerâmicas

tratadas com primers cerâmicos autocondicionantes.

Dimitriad et al (2020) avaliaram a estabilidade, reatividade e resistência de união de uma cerâmica de dissilicato de lítio (IPS e.max Press) recebendo tratamento de superfície com Monobond Etch e Prime e HF. A estabilidade foi avaliada por espectroscopia de ^1H -, ^{31}P -RMN (antes e depois do envelhecimento) e a reatividade pelo micro MIR-FTIR espectroscopia em superfícies Ge (0, 1, 24 h), usando um primer de silano pré-hidrolisado (Calibra Silane CouplingAgent / CLB), como um controle. O efeito do monobond comparado ao do condicionamento por HF 5%, na rugosidade da cerâmica foi avaliado por perfilometria óptica. A resistência ao cisalhamento de um cimento resinoso ligado a superfície polida das cerâmicas tratadas com monobond, HF sem silano (HF + NS), HF com silano e HF com MEP ($n = 20$), foi avaliado após armazenamento em água (A: $37\text{ }^\circ\text{C} / 1$ semana, B: $5000 \times / 5-55\text{ }^\circ\text{C}$ e C: $100\text{ }^\circ\text{C} / 24$ h). Com base nos resultados do estudo, podem ser alcançadas as seguintes conclusões: O Monobond Etch & Prime foi estável, mantendo a atividade original do silanol após o envelhecimento. Contudo, a estabilidade do co-monômero de fosfato foi afetada. A taxa de consumo de silanol dos silanos funcionais e de reticulação no iniciador autocondicionante era diferente daquele do mesmo silano funcional sozinho; O primer de silano autocondicionante resultou em amplitude significativamente menor de parâmetros funcionais de rugosidade em comparação com condicionamento por HF a 5%, quando aplicados em superfícies cerâmicas de dissilicato de lítio. Usando o primer de autocondicionamento em um substrato tratado com HF, os valores registrados para todos os parâmetros aumentaram nos níveis fornecidos pelo ácido HF. A resistência de união de um cimento resinoso ao dissilicato de lítio, mediada pelo primer autocondicionante foi menor do que o silano funcional e do mesmo primer aplicado em superfície previamente tratada com HF, em todas as condições de armazenamento. O envelhecimento acelerado afetou fortemente o grupo de autocondicionante, levando a valores ainda mais baixos que o controle negativo (substrato tratado com HF sem silano).

Şişmanoğlu et al (2020) realizaram uma pesquisa laboratorial, com objetivo de avaliar resistência de união ao microcisalhamento de quatro blocos de cerâmicas CAD/CAM, cimentados com cimento resinoso, usando três diferentes protocolos de tratamento de superfície. Foram utilizados quatro blocos das seguintes cerâmicas: CeraSmart (FHC), GC Corp ; Lava Ultimate (RNC), 3M ESPE; Vita Enamic (PICN), VITA Zahnfabrik e Vitablocks Mark II (FC), VITA Zahnfabrik. Todos os grupos foram divididos em quatro subgrupos de acordo com a superfície tratamento: controle, condicionamento de ácido hidrofúorídrico (HF), abrasão de partículas no ar com óxido de alumínio (AIO) e revestimento de sílica

triboquímica (TSC). Após tratamentos de superfície, o silano (Clearfil Ceramic Primer Plus; Kuraray) foi aplicado em metade das amostras. Então um adesivo universal contendo silano (ingle Bond Universal; 3M ESPE) foi aplicado e as amostras receberam microtubulos de resina ((Filtek Ultimate Restaurador Flowable, 3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) e o teste foi realizado. Amostras adicionais foram examinadas com perfilometria e microscopia eletrônica de varredura. Os dados foram analisados com os testes ANOVA e Tukey. Os resultados revelaram que o silano aplicado produziu valores mais altos de μ SBS ($P < 0,05$). Todos os tratamentos de superfície apresentaram aumento significativo dos valores de resistência comparados ao controle ($P < 0,05$). Para FHC e RNC, os tratamentos mais influentes foram AIO e TSC ($P < 0,05$). Com isso, pode-se concluir que tratamento de superfície é obrigatório quando o silano não é usado, mas a melhor ligação foi obtida com a combinação de tratamento de superfície e aplicação de silano.

Em uma pesquisa realizada por Maier et al (2019), foi investigada a resistência à tração de adesivos universais que contem Silano e primer autocondicionante para cerâmicas. Foram confeccionadas 960 barras da cerâmica, e estas foram divididas em quatro grupos; 1. receberam tratamento de superfície com HF 5% 20s; 2. receberam tratamento com HF 5% 20s e aplicação de silano; 3. receberam aplicação de Monobond Etch & Prime; 4. não receberam nenhum tipo de tratamento de superfície. Três adesivos universais foram aplicados em superfícies pré-tratadas. As barras de cada grupo foram emparelhadas perpendicularmente e cimentadas com Variolink II (Ivoclar). As amostras foram armazenadas por 24h, a 37 graus C em água destilada. Metade das amostras foram submetidas a teste de resistência à tração e outra metade a termociclagem antes dos testes de tração. Os dados obtidos foram analisados por ANOVA. Com os resultados, os autores puderam concluir que silanização posterior a aplicação do HF 5% melhorou significativamente a resistência à tração. O Monobond Etch & Prime obteve forças de união médias que não diferenciam significativamente das amostras tratadas com HF+silano.

Para Murillo-Gomes e Goes (2018) a integridade dos materiais vitrocerâmicos pode ser prejudicada com a aplicação do HF, além de ser um procedimento sensível à técnica. Então, com o objetivo de verificar a eficiência do tratamento de superfície alternativo, utilizando Monobond Etch & Prime, eles realizaram um estudo in vitro, avaliando o efeito do primer autocondicionante na rugosidade da superfície vitrocerâmica e na ligação à longo prazo com o cimento resinoso. Placas de 3 materiais ($n = 10$), vitrocerâmica dissilicada de lítio (LDC) (IPS e.max CAD), vitrocerâmica à base de leucita (LEU) (IPS Empress CAD) e cerâmica modificada por resina (PIC) (VITA ENAMIC), foram tratados das seguintes

maneiras: nenhum tratamento (C), HF (5%) aplicado durante o tempo recomendado para cada material (HF) e primer cerâmico autocondicionante (Monobond Etch & Prime [MBEP]). A rugosidade da superfície (Sa) foi analisada com um perfilador a laser 3D. O mesmo preparo foi realizado em outras 20, e estas foram ligadas a bastões de resina composta pré-polimerizada com cimento de resina composta (Variolink II) e armazenado por 24 horas e 1 ano (n = 10). Os conjuntos foram submetidos ao teste de resistência de união à microtração (μ TBS). Os dados foram analisados usando ANOVA e teste post hoc de Tukey em pares ($\alpha = 0,05$). O padrão de falha e a morfologia da superfície e da interface foram avaliados usando microscopia eletrônica de varredura. Com os resultados concluíram que o MBEP produziu superfícies mais suaves que a HF + S e MBEP melhoraram significativamente a ligação de cimento/cerâmica.

Ferreira (2017) realizou um estudo com objetivo de avaliar o efeito de diferentes protocolos de tratamentos, sobre a superfície de diferentes cerâmicas, na resistência de união, longevidade e módulo e flexural. As cerâmicas (n=3) avaliadas foram PS e.max CAD e Suprinity (VITA Zahnfabrick). As superfícies foram tratadas com ácido hidrófluorídrico na concentração de 9% em 10, 20 e 30 segundos e jateamento com óxido de alumínio, para análise através de microscopia eletrônica de varredura (MEV), com aumento de 10.000x . Para o teste de resistência de união (n=10), após cada tratamento, as superfícies cerâmicas foram silanizadas e aplicado adesivo , e posteriormente recebeu cilindros de cimentação. Os testes foram realizados em uma máquina de ensaio universal (EZ-Test) após 24 horas e um ano de armazenamento em água deionizada à 37°C. Os valores de resistência de união foram representados em Mpa e os padrões de fraturas foram classificados e analisados em MEV. Para a análise de resistência à flexão, obteve-se espécimes cerâmicos em forma de barra que receberam os tratamentos de superfície propostos e foram submetidos à ensaio de teste de 3 pontos, em máquina de ensaio universal (Instron). As análises dos dados foram realizadas através da Análise de Variância (3 fatores) e teste de Tukey (5%) . O autor concluiu, a partir dos resultados de sua pesquisa que os tratamentos modificaram a topografia das superfícies cerâmicas, o que pode influenciar a resistência à flexão e de união, dependendo do tipo cerâmico. Jateamento com óxido de alumínio não é recomendado como tratamento de superfície, porque reduziu a resistência à flexão para ZLS e proporcionou resistência de união menor para ambas as cerâmicas independentemente do tempo de armazenamento. Por outro lado, diferentes tempos de condicionamento com HF não influenciaram as propriedades mecânicas da cerâmica. Considerando ambos os tempos de avaliação para resistência de união, o tratamento com HF por 20 segundos obteve o melhor desempenho para ambas

cerâmicas. O armazenamento interferiu negativamente na resistência de união para cerâmicas LDS.

2.3 CIMENTAÇÃO

Outro fator de grande importância para o sucesso das restaurações indiretas é a escolha adequada do agente cimentante. A união do substrato dental a peça cerâmica só ocorre pela presença do cimento odontológico, por isso o conhecimento das características dos agentes cimentantes é imprescindível para uma adequada e duradoura retenção da restauração indireta (MAZIOLI, 2017).

Algumas características são importantes ao avaliar a efetividade e qualidade do cimento. A insolubilidade no meio bucal, isolante térmico, elétrico e mecânico, bom selamento marginal, biocompatibilidade, alta resistência à compressão e à tração, pequena espessura de película, adesão às estruturas dentais e aos materiais restauradores, são fatores que devem ser levados em consideração na escolha do agente cimentante (BOHN et al, 2009).

O cimento de fosfato de zinco foi o pioneiro, e é utilizado até os dias atuais. É obtido através de uma reação ácido-base iniciada através da mistura do pó (composto por 90% de óxido de zinco e 10% de óxido de magnésio) com o líquido, que consiste, aproximadamente, de 67% de ácido fosfórico tamponado com alumínio e zinco. Fixa as restaurações indiretas às estruturas dentárias por meio de retenção mecânica através das irregularidades da superfície dentária e da fundição. O seu baixo custo justifica a sua aceitação no mercado atual, mas, além disso, possui propriedades positivas como capacidade de limitar o metabolismo das bactérias cariogênicas, o bom escoamento, boas propriedades mecânicas e relativa facilidade de trabalho. Porém, suas limitações são bem consideráveis, principalmente quando comparados aos cimentos resinosos, como falta de adesão, alta solubilidade, capacidade de causar irritação pulpar devido ao pH ácido, e nenhuma característica estética (NAMORATTO et al, 2013).

Bohn et al (2009) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o uso de cimentos para prótese fixa por especialistas em prótese dentária que atuam no município de Porto Alegre. Um questionário com 22 perguntas foi elaborado e aplicado a 114 profissionais registrados no Conselho Regional de Odontologia, com o ano de graduação de 52% dos respondentes entre 1981 e 2000 e 63% concluíram o curso de pós-graduação após 1991. Os resultados mostraram que para cimentação final de próteses fixas metalo-cerâmicas, 65% dos dentistas usavam cimento de fosfato de zinco. Entretanto, para prótese fixas livres de metal, 57% utilizavam cimento resinoso. Os autores concluíram que com o avanço da tecnologia em

materiais reabilitadores, novos materiais e técnicas foram criados, no entanto, o cimento de fosfato de zinco segue como primeira escolha entre os especialistas para cimentação final de próteses metalo-cerâmicas, para o ano de 2009 ainda.

Os cimentos resinosos surgiram na tentativa de melhorar exatamente as características do cimento anterior que deixavam a desejar. Eles são frequentemente utilizados na cimentação de restaurações totalmente em cerâmica, pois apresentam boas propriedades estéticas e mecânicas, baixa solubilidade no ambiente bucal e se fixam quimicamente aos tecidos dentários (GUGELMIN et al, 2020). A composição da maioria dos cimentos resinosos é semelhante à de resinas compostas para restauração (matriz resinosa com cargas inorgânicas tratadas com silano). Entretanto, diferem dos mesmos, sobretudo, pelo menor conteúdo de excipiente e pela viscosidade (FIGUEIREDO, CASTRO e MATUDA, 2002). A polimerização pode ser pela indução peróxido-amina ou por fotoativação. Vários sistemas utilizam os dois mecanismos e são chamados de dupla polimerização ou duais, oferecendo melhora significativa das propriedades físicas e mecânicas. As desvantagens desse material são alto custo, técnica de manipulação crítica, necessidade de isolamento absoluto durante a cimentação e dificuldade de remoção dos excessos, principalmente nas áreas proximais (MIRANDA et al, 2005).

Os cimentos resinosos podem ser classificados ainda em dois tipos: os convencionais e os autocondicionantes. O cimento resinoso convencional requer um tratamento de superfície dentário prévio para sua adesão, diferente dos autocondicionantes ou autoadesivos, que dispensam esse passo clínico, uma vez que por sua composição são capazes de condicionar estrutura dental. Esse processo de adesão envolve grupos de monômeros funcionais ácidos, simultaneamente desmineralizando e infiltrando-se no esmalte e na dentina, permitindo adesão através da retenção micromecânica e da interação química entre os grupos de monômeros e a hidroxiapatita (GERTH et al ,2006).

Os cimentos resinosos autoadesivos têm sua força de adesão diminuída em esmalte, o que não ocorre quando se utiliza o pré-tratamento com condicionamento ácido em cimentos convencionais. Xuan e WANG (2015), realizaram um estudo objetivando investigar o efeito do condicionamento ácido na resistência de união de cimentos resinosos autoadesivos. Os cimentos analisados foram Unicem, G-Cem, Clearfil SA Cement e BisCem, e os corpos de prova foram produzidos a partir de trinta e dois terceiros molares humanos sem cárie, cortados perpendicular ao longo eixo do dente, a fim de expor as superfícies de dentina. Essas foram condicionadas com ácido fosfórico por 15 s. Posteriormente, blocos de resina foram colados às superfícies da dentina com os cimentos selecionados, e após armazenamento em água por

24 horas, todas as amostras foram seccionadas perpendicularmente através das interfaces dentina-resina, As micro-morfologias das interfaces cimento-dentina foram avaliadas em microscópio eletrônico de varredura. Os dados foram analisados usando o pacote de software SPSS16.0. Os resultados mostraram que com o pré-tratamento do condicionamento ácido, a resistência adesiva dos cimentos resinosos à dentina diminui nos grupos G-Cem, Clearfil SA Cement e Unicem, enquanto não há efeito significativo na resistência adesiva do grupo BisCem.

Souza, Leão Filho e Beatrice (2011) realizaram uma revisão de literatura sobre os cimentos resinosos autocondicionantes e suas controvérsias. O ponto de maior destaque em seu trabalho foi também a questão do pré-condicionamento ou não antecedendo o uso do material. Para os autores mais estudos são necessários para avaliar o uso dos cimentos autoadesivos. Essa necessidade é traduzida na literatura pela relativa controvérsia entre o emprego ou não de pré-tratamento dentinário antes do uso dos cimentos autoadesivos e, dos resultados não conclusivos dos estudos que avaliam a efetividade de união deles comparada aos convencionais. Os cimentos autoadesivos parecem oferecer uma nova abordagem promissora em procedimentos restauradores indiretos. No entanto, deve-se considerar a realização de também estudos que avaliem desempenho clínico desses materiais.

A técnica de cimentação com cimentos resinosos convencionais tem se mostrado um procedimento muito sensível, por requerer várias etapas operatórias. Os cimentos resinosos autoadesivos foram desenvolvidos com o intuito de simplificar a técnica de cimentação em única etapa. Estes cimentos visam eliminar inconvenientes de incompatibilidade química, observados em sistemas adesivos simplificados associados aos cimentos resinosos de polimerização química ou dual (RADOVIC et al, 2008; MAZZIOLI, 2017).

Woo et al (2020) realizaram um estudo com o objetivo de comparar a resistência ao cisalhamento de 2 cimentos resinosos (um cimento resinoso autopolimerizado autoadesivo e um cimento resinoso dual) com uma cerâmica reforçada com zircônio com diferentes camadas (IPS Emax ZirCAD) e uma cerâmica de dissilicato de lítio (IPS Emax CAD). Para o estudo 168 cilindros de resina composta e 48 placas monolíticas de ZrO₂ policromáticas foram preparadas, sendo que vinte e quatro foram sinterizadas e as outras 24 além de serem sinterizadas receberam uma camada de glaze. Essas placas e 12 placas da cerâmica de dissilicato de lítio foram incluídas em resina acrílica autopolimerizada e as superfícies de ligação foram polidas. As placas foram divididas em 2 grupos de cimento: cimento de resina autopolimerizado autoadesivo (Speedcem Plus,) e cimento resinoso de polimerização dual (G-Cem LinkForce). As superfícies de colagem foram limpas e tratadas de acordo com as

instruções do fabricante do cimento, e após isso receberam os cilindros de cimentação. As amostras foram armazenadas em local úmido por 24 horas a 37 C. O teste de resistência ao cisalhamento foi realizado com uma máquina de teste universal. Os dados foram analisados por two way ANOVA e um teste t de Student foi realizado subsequentemente ($p = 0,05$). Com os resultados encontradas, o autor pode concluir que não foram encontradas diferenças entre os 2 agentes cimentantes para o dissilicato de lítio. Mas que o reforçado com zircônio apresentou maiores forças de união.

Um estudo comparativo in vitro realizado por Ustun e Ayaz (2020), objetivou investigar o efeito de três protocolos de cimentação diferentes, após envelhecimento térmico, na resistência ao cisalhamento de diferentes materiais CAD-CAM. Para confecção das amostras, as superfícies oclusais de 63 dentes molares de tamanho semelhante foram removidas e 21 discos retangulares de cada tipo de cerâmica CAD/CAM avaliada foram confeccionados (Vita Suprinity-VS, Enamic-VE e GC Cerasmart-GC). As cerâmicas receberam cimentação com condicionamento total (TE), autocondicionante (SE) e sistemas de cimento autoadesivo (SA), dessa forma cada grupo de cerâmica, de 21 amostras, foi dividido em três subgrupos, de acordo com o protocolo de cimentação. Amostras Vita Enamic (VE) e GC Cerasmart (GC) receberam tratamento de superfície 60 segundo de HF 5% e o Vita Suprinity (VS) 20 segundos com ácido HF a 5% e aplicação de silano posterior. Para os grupos cimentados com TE, as superfícies dentinárias foram tratadas por 15 segundos com ácido fosfórico a 37% (Scotchbond Universal Etchant; 3M ESPE). Para os grupos cimentados TE e SE, a ligação foi aplicado à dentina por 30 segundos, seco levemente por 5 segundos e depois polimerizado por 60 segundos com um fonte de diodo emissor de luz (LED) (Woodpecker Led-B; Woodpecker Medical Instrument) com 1000 mW / cm². Para os grupos cimentados TE e SE, o cimento resinoso (RelyX Ultimate Clicker; 3M ESPE) foi aplicado as superfícies cerâmicas e assentadas à dentina com o dedo pressão. Para os grupos SA cimentados com cimento resinoso Rely X U200 Automix (3M ESPE), foi aplicado às superfícies cerâmicas e assentadas à dentina com pressão do dedo. Cada superfície de todas as amostras foi polimerizada por 40 segundos com a fonte de luz LED de 1000mW / cm². Metade das amostras foram submetidas a envelhecimento térmico com 5000 ciclos. O teste de resistência ao cisalhamento de todas as amostras foi medido, e as superfícies foram examinadas por microscopia eletrônica de varredura / espectroscopia de raios X dispersiva em energia (SEM / EDX). O teste de Shapiro-Wilk, análise de variância de três vias (ANOVA) e Fisher Least Testes de diferença significativa (LSD) foram usados para analisar os dados do teste de resistência de união ao cisalhamento ($\alpha = 0,05$). Com os resultados o autor pode

concluir que diferenças na resistência de união foram observadas na cerâmica CAD-CAM de acordo com o tipo de protocolo de cimentação escolhido. O maior valor de resistência de união foi encontrado no VS-TE sem envelhecimento térmico o menor no VE-TE com termociclagem. Para amostras cimentadas com o sistema SA, foi encontrada interação significativa entre cerâmica com amostras térmicas envelhecidas ($P < 0,001$). Além disso, o envelhecimento térmico reduziu significativamente valores de resistência de união de todos os materiais cerâmicos, independentemente do procedimento de cimentação. Com isso Ustun acredita que dentistas devem considerar essas variáveis e escolher os sistemas de cimentação mais adequados para o material usado.

Flor-Ribeiro et al (2017), relataram detalhadamente um caso clínico de a remoção de duas onlays fraturadas e confecção de novas onlays de dissilicato de lítio cimentadas com cimento resinoso autoadesivo. Com a realização clínica do uso do cimento autocondicionante e o conhecimento que a literatura apresenta de tal material, pode concluir que o cimento resinoso autoadesivo é satisfatório e adequado para cimentação de revestimentos cerâmicos à base de dissilicato de lítio, se mostrando assim como uma alternativa prática e viável para cimentação de peças cerâmicas.

Mazoli (2017) avaliou resistência de união de dois cimentos resinosos diferentes à cerâmica de dissilicato de lítio. Os cimentos avaliados foram o RelyX ARC, 3M ESPE, um cimento resinoso convencional e um cimento resinoso autoadesivo, o RelyX U200, 3M ESPE. Dois grupos experimentais foram criados, classificados pelo tipo do cimento. Os corpos de prova foram confeccionados a partir de discos de cerâmica à base de dissilicato de lítio (IPS E.max, Ivoclar Vivadent). Eram 5 discos para cada grupo, e sobre cada disco foram confeccionados 4 postes de cimento, obtendo-se um total de 20 amostras de cada tipo de cimento. Os discos tiveram o mesmo tratamento de superfície para os dois grupos, que é padrão para as cerâmicas ricas em sílica, de acordo com o protocolo estabelecido pelo fabricante. As amostras foram submetidas ao teste de microcisalhamento para avaliar a resistência de união entre o cimento e a cerâmica. Posteriormente, o modo de falha foi analisado em microscópio óptico. Os dados obtidos foram submetidos a teste e a partir deles pode-se concluir que o cimento resinoso convencional utilizado apresentou melhores resultados do que o cimento resinoso autoadesivo, podendo ser uma opção mais indicada para cimentação da cerâmica à base de dissilicato de lítio. Entretanto, segundo os autores da pesquisa, a simplicidade de técnica do cimento autoadesivo apresenta-se como vantagem, levando possivelmente a uma menor incidência de erros de técnica operatória.

A partir de uma revisão de literatura, Namoratto et al (2013) objetivaram coletar dados

científicos sobre cimentação de cerâmicas, ressaltando propriedades, técnicas, indicações e contra-indicações. Em seu estudo detalhado pode concluir que cimentos tradicionais, como fosfato zinco e ionômero de vidro, ainda são utilizados em cimentações de peças cerâmicas para elementos posteriores, que não requer estética, e que sua técnica simplificada, quando comparado ao resinoso, justificaria seu uso ainda na atualidade. Já os resinosos promoveram resultados mais estéticos e de alta resistência adesiva. Sobre os resinosos autocondicionantes observaram que eles vêm demonstrando ser boa opção de material para cimentação de pinos e restaurações indiretas em dentina por possuírem boa resistência mecânica, podendo esta estar relacionada à sua capacidade de baixa absorção de água. E que sua técnica de cimentação, com apenas um passo, reduz a sensibilidade técnica dos procedimentos adesivos e, também, o tempo clínico, o que segundo o autor é uma grande vantagem quando comparado aos cimentos convencionais.

A partir de uma pesquisa laboratorial, Guedes et al (2008), avaliaram as propriedades mecânicas de dois cimentos resinosos de dupla ativação convencionais e dois autocondicionantes. O Enforce F, Dentsply ; RelyX ARC, 3M ESPE; RelyX Unicem, 3M ESPE e Maxcem, Kerr foram submetidos a três tipos de ensaio: resistência à compressão, à tração diametral e flexural. Para cada tipo de ensaio, foram preparados 5 corpos de prova de cada material, totalizando sessenta amostras. Os testes de resistência à compressão e à tração diametral foram realizados de acordo com o método descrito na especificação nº 96/1994-ADA. O teste de resistência flexural foi baseado na especificação nº 4049/2000-ISO. Os resultados foram analisados por ANOVA e pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Com base nos dados obtidos, analisados e discutidos, concluíram que não houve diferença significativa na resistência à tração diametral entre os quatro cimentos testados. Para resistência compressiva e flexural, RelyX ARC (3M ESPE) mostrou resultados superiores aos dois cimentos autocondicionantes e similares ao do Enforce F (Dentsply).

Radovic et al (2008), realizaram uma revisão de literatura com o propósito de resumir a pesquisa realizada em cimentos autoadesivos e fornecer informações sobre suas propriedades, com base nos resultados de artigos científicos originais de periódicos revisados por pares, listados no PubMed. Pode concluir com seu estudo que, de acordo com os resultados *in vitro*, a adesão do cimento autoadesivo à dentina e a vários materiais restauradores é satisfatória e comparável aos cimentos resinosos convencionais, porém a adesão ao esmalte parece ser um elo fraco em suas propriedades de adesão. O desempenho clínico à longo prazo desses materiais ainda precisa ser avaliado, de acordo com o autor, antes de se fazer uma recomendação geral para seu uso.

Ribeiro et al (2007) realizaram uma revisão de literatura sobre os cimentos odontológicos convencionais e resinosos com a finalidade de elucidar questionamentos a cerca da escolha dos materiais cimentantes que deverão ser empregados na cimentação final, baseados no fato de ser um importantíssimo passo na reabilitação protética fixa. Após um estudo minucioso da literatura, e observação de discussão entre autores e pesquisas, Ribeiro concluiu que a casuística é que determina a escolha do agente cimentante, pois, segundo a autora, a cimentação final das restaurações protéticas apresenta características particulares relacionadas aos comportamentos clínicos distintos de cada material. O grande fato que leva ao não sucesso da reabilitação está mais ligado a erro do operador na técnica e na associação do cimento a restauração. Diante da grande variedade de agentes cimentantes disponíveis, o profissional não poderá empregar um único agente cimentante para todos os casos, e deverá estar atento às características inerentes a cada situação clínica, para que possa selecionar corretamente a técnica e o agente cimentante mais adequado.

2.4 ENSAIOS MECÂNICOS

Embora as avaliações clínicas sejam tomadas como a forma mais definitiva de análise do desempenho dos materiais, devido ao tempo prolongado que é necessário para os resultados desse tipo de avaliação, tornou-se necessário o emprego dos testes mecânicos *in vitro*. Para avaliar e comparar a resistência de adesão, os testes mecânicos *in vitro* se tornaram essenciais. Os testes laboratoriais possibilitam a análise isolada do efeito de uma variável, de uma forma geral são rápidos, fáceis e relativamente baratos para determinar a efetividade e comparar novos materiais e técnicas. Porém, a padronização da metodologia é uma dificuldade encontrada na elaboração dos testes mecânicos laboratoriais (PLACIDO, 2006).

Os testes mecânicos mais comumente usados são a tração e cisalhamento, e a microtração e microcisalhamento, que são testes que surgiram a partir dos anteriores.

Em um teste de tração, a união é estressada por uma força aplicada perpendicularmente à interface adesiva. Dessa maneira, um dos principais problemas com esse modo de teste é a manutenção do alinhamento do corpo-de-prova durante o ensaio, evitando a orientação inadequada da força devido a uma geometria interfacial incorreta (GARCIA, 2002). A delimitação da área adesiva é certamente uma variável ainda mais relevante, e esta influencia diretamente os resultados. Desde 1989, Erickson et al, pode conferir em uma estudo comparativo que quanto menor a área adesiva, maiores eram os valores de resistência encontrados. Baseado nesse fato surgiu o teste de microtração. O teste

de microtração viabiliza análises por micro-áreas de um mesmo corpo de prova e uma melhor distribuição das tensões pela zona adesiva (CARVALHO, 2013).

O teste de cisalhamento é um teste simples, de relativa fácil execução e tem um uso amplo nas pesquisas *in vitro* para avaliação de resistência de união. Para realização deste ensaio, espécimes em forma de cilindro e com diâmetro variando de 3 a 4mm são unidas a um substrato plano por meio de um material adesivo de união. Uma carga é aplicada sobre esse conjunto, na interface de união, através de uma haste metálica ou uma alça de fio de aço, até a ruptura e divisão da força aplicada pela área adesiva total obter-se-á a resistência de união induzida pela tensão de cisalhamento. Apesar de ser o teste mais utilizado nas pesquisas odontológicas, ele apresenta várias limitações de padronização, pois dispõe de diferentes formas de pontas aplicadoras de tensão, além da possível ocorrência de variação na distância da mesma em relação à base (material). Além disso, alguns autores acreditam que no teste de cisalhamento a fratura nem sempre ocorre no ponto mais fraco e sim onde a haste aplica a força, nem sempre sendo neste local o ponto mais frágil, desta forma dando um valor superestimado de resistência.

O desenvolvimento do teste de microcisalhamento se deu com o mesmo pensamento do de microtração. A configuração é a mesma do cisalhamento, porém trabalha com uma área de adesão menor, possibilitando testar varias pontos de uma mesma superfície, além de estar embasado na teoria de que os valores de resistência tendem a ser maiores em superfícies menores, como acontece na microtração. Como a redução da área adesiva não modifica a configuração do teste, acredita-se que geração de tensões não uniformes que se concentram no substrato adjacente à interface adesiva também ocorra, porém, em menor magnitude. Isso pode trazer vantagens para o teste, pois se espera um menor número de fraturas coesivas no substrato. No microcisalhamento, os cilindros de material adesivo apresentam dimensões em torno de 1 mm de diâmetro (PLACIDO, 2006; GARCIA, 2002).

2.5 ENVELHECIMENTO

A cerâmica restauradora desempenha sua função no ambiente bucal, que é caracterizado por mudanças de pH, pela umidade e, particularmente, por mudanças térmicas. Estes fatores devem ser considerados porque eles podem influenciar as propriedades físicas e mecânicas do material. A Termociclagem é um processo *in vitro* que reproduz as mudanças de temperatura e umidade que ocorrem comumente na cavidade oral quando alimentos quentes e frios são ingeridos (SOSTENA et al, 2014).

A termociclagem é realizada a partir de uma máquina termocicladora que contém dois

tanques, um simulando a temperatura fria a qual o ambiente bucal pode ser exposto, e o outro a temperatura quente. Essas temperaturas são ajustadas de acordo com o interesse da pesquisa. E os corpos de prova são introduzidos em ciclos, onde permanecem por determinado tempo em cada tanque, simulando o choque térmico (FARIA et al, 2004).

Carvalho et al (2018), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito do envelhecimento, por meio de diferentes protocolos de ciclos térmicos, na resistência à flexão de uma cerâmica feldspática. Para tal estudo foi utilizado 50 barras de cerâmica, Vitablock Mark II (VITA), com dimensões de 18 X 4 X 2 mm foram preparadas. Foram definidos 5 grupos com n=10. Cada grupo recebeu um número de ciclos térmicos (CT), variando da seguinte forma: G0 – nenhum CT; G500 - 500 CT; G6000 - 6000 CT; G10000 – 10000 CT; G15000 - 15000 CT. Após envelhecimento, as amostras foram submetidas ao ensaio de flexão de três pontos em uma máquina de ensaios universal (EMIC DL 1000), sob a velocidade de 0,5 mm / min e célula de carga de 50kgf, até uma falha catastrófica. Uma amostra de cada grupo foi avaliada quanto à morfologia topográfica através de microscopia eletrônica de varredura. Para os valores encontrados nos testes mecânicos, após uma análise de variância pela equação de regressão ($p = 0,387$), foi encontrada uma correlação fraca e não significativa entre a resistência à flexão e o número de ciclos térmicos. Os autores concluíram que o envelhecimento somente em água por diferentes números de ciclos térmicos não influenciou na resistência à flexão de uma cerâmica feldspática.

3 PROPOSIÇÃO

3.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo desta pesquisa é avaliar o efeito de dois diferentes tipos de tratamentos de superfície na resistência adesiva ao cilhamento, após cimentação de quatro tipos de cerâmicas vítreas reforçadas, com dois tipos de cimento resinoso, um autocondicionante/autoadesivo e o outro convencional, submetidas à termociclagem.

3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Avaliar quantitativamente por meio do teste de cisalhamento a influência do tratamento de superfície sobre a resistência de união de cerâmicas vítreas reforçadas;
- Avaliar a durabilidade de união entre cerâmicas vítreas reforçadas e um cimento resinoso por meio de termociclagem;
- Avaliar qualitativamente a superfície dos materiais cerâmicos testados por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e perfilometria.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais utilizados neste estudo, bem como suas respectivas marcas comerciais, fabricantes e lotes estão apresentados no quadro 1.

Quadro 1 - Nomes comerciais, tipos de material, fabricantes e lotes dos produtos utilizados nos experimentos.

Marca Comercial	Tipo de material	Fabricante	Lote
Vita Enamic	Cerâmica dentária híbrida, reforçada com uma rede polimérica	Vita (Wilcos)	39560
Vita Suprinity	Silicato de lítio reforçado com dióxido de zircônio	VITA (Wilcos)	48420
Vita Mark II	Material feldspato e uma microestrutura de partículas	VITA (Wilcos)	73400
Porcelain Etch	Ácido Hidrofluorídrico a 10%	Ultradent	BFDJY
Condc Porcelana	Ácido Hidrofluorídrico a 5%	FGM	030518
Monobond Etch and Prime	Primer cerâmico	Ivoclar Vivadent	X22085
Monobond N	Primer Universal para material restaurador dental	Ivoclar Vivadent	W90329
Multlink Speed	Cimento resinoso autocondicionante/ autoadesivo	Ivoclar Vivadent	X30251
Multlink N	Cimento resinoso dual	Ivoclar Vivadent	W44613

4.2 PREPARAÇÃO DOS MATERIAIS RESTAURADORES

Foram utilizados 15 blocos para fresagem em CAD/CAM dos materiais, Vita Enamic (Vita Zahnfabrik - BadSackingen, Germany) (n=5), VITA Mark II (Vita Zahnfabrik - BadSackingen, Germany) (n=5) e VITA Suprinity (n=5) (Vita Zahnfabrik - BadSackingen, Germany).

Inicialmente, 5 blocos de cada cerâmica, com medidade de 14x10x11 milímetros,

foram cortados em cortadeira de precisão (IsoMet® 1000 PrecisionSaw, Buehler, Lake Buff – IL, EUA) (Figura 1), com disco de corte diamantado (Diamond Wafering Blade High Concentration 4" x .012" x .5", Lapmaster Wolters, U.S.A.) gerando 35 retângulos com dimensões padrão de 2x10x11 milímetros, de cada um dos materiais, com total de 175 amostras. De cada tipo cerâmico foram usadas 20 amostras para testes quantitativo, e 10 para qualitativos, restando 5 amostras de cada cerâmica. Assim temos o N=30 para cada grupo, sendo quatro grupos, total N=120. Segue um diagrama para explicar melhor a distribuição dos grupos, inicialmente.(Figura 2)



Figura 1 - Bloco de Vita Enamic posicionado na IsoMet® 1000 PrecisionSaw previamente ao corte

Fonte: Elaborada pelo autor

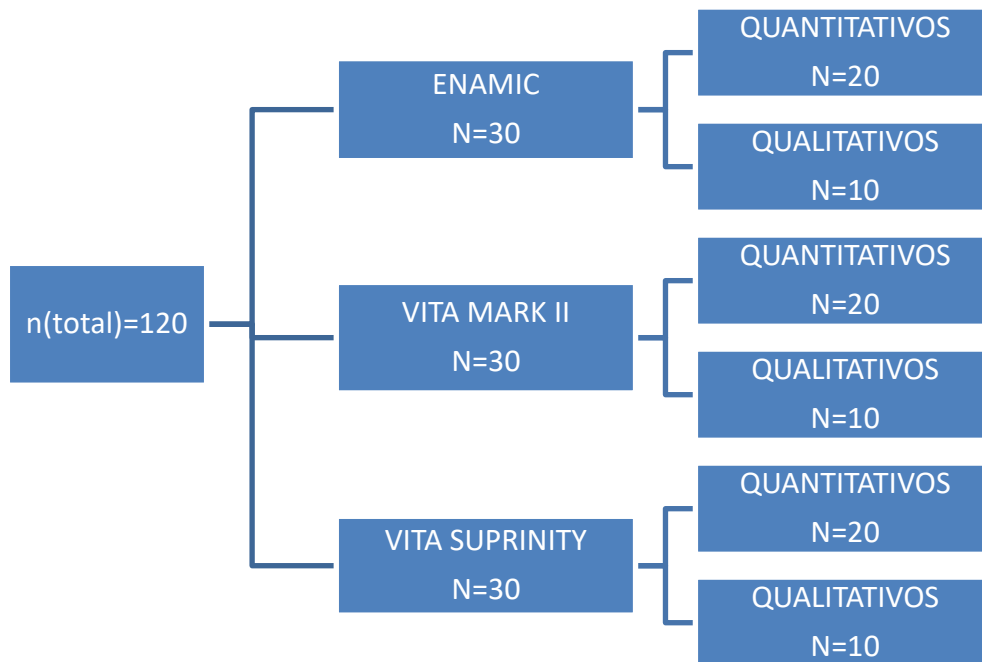


Figura 02 -Delineamento inicial dos grupos

Um dos lados de todas as amostras foi regularizado com lixas de carbeto de silício de granulação #280, #400 e #600, e receberam acabamento com lixas de carbeto de silício de granulação #1200 e #2000 (Norton Saint-Gobain, São Paulo, Brasil), na máquina Politriz Ecomet 250. (Figura 3)



Figura 3 - Politriz Ecomet 250

Fonte: Elaborada pelo autor

As amostras dos materiais VITA Suprinity receberam processo de cristalização em forno Vita Vacumat 6000, sob temperatura de inicial de 400°C e final de 840°C, com a taxa de aumento de temperatura de 55°C/min, no tempo final de 10 minutos.



Figura 4 – Sequência de amostra mostrando acabamento, polimento e cristalização.

Fonte: Elaborada pelo autor

Após acabamento e polimento da superfície, e cristalização das peças necessárias, as 10 amostras de cada grupo para teste qualitativo foram separadas. As 20 restantes foram incluídas em resina acrílica (Clássico, São Paulo, Brasil), utilizando um cano PVC na medida 25x20 (PIVA *et al.*, 2018). Os blocos foram incluídos deixando a superfície polida livre para união (Figura 5 e 6). Em seguida, os blocos foram limpos em ultra-som com água destilada por 10 minutos (Vitasonic II, Vita Zanhfabrik).



Figura 5 – Início do processo de inclusão das amostras polidas em resina acrílica.

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 6 – Finalização do processo inclusão das amostras polidas em resina acrílica.

Fonte: Elaborada pelo autor

4.3 DELINEAMENTO DOS GRUPOS

As amostras de cada material (n=30, sendo n=20 incluídas em resina acrílica e n=10 livres), foram divididas em 2 grupos de acordo com os tratamentos executados na superfície, sendo eles: Ácido Hidrofluorídrico (HF) e silano; Monobond Etch & Prime. Posteriormente cada grupo das amostras incluídas em resina acrílica foi subdividido em mais dois subgrupos, de acordo com o cimento resinoso utilizado, sendo eles: Multilink Speed; Multilink N. (Figuras 7, 8 e 9)

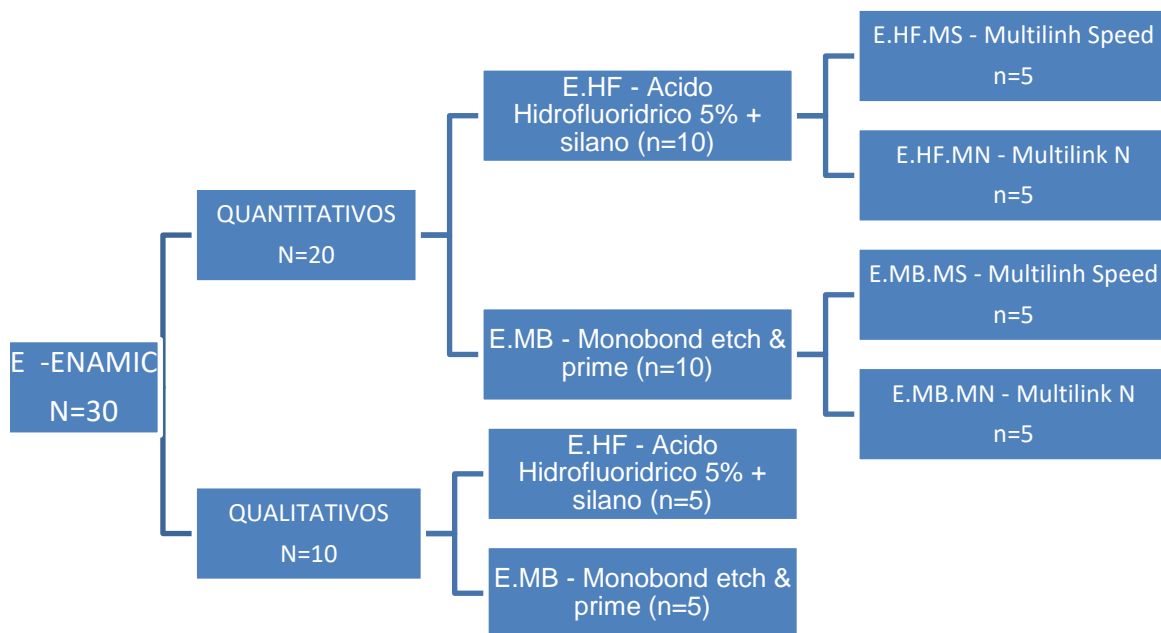


Figura 07 -Delineamento dos grupos cerâmica Enamic

Fonte: Elaborada pelo autor

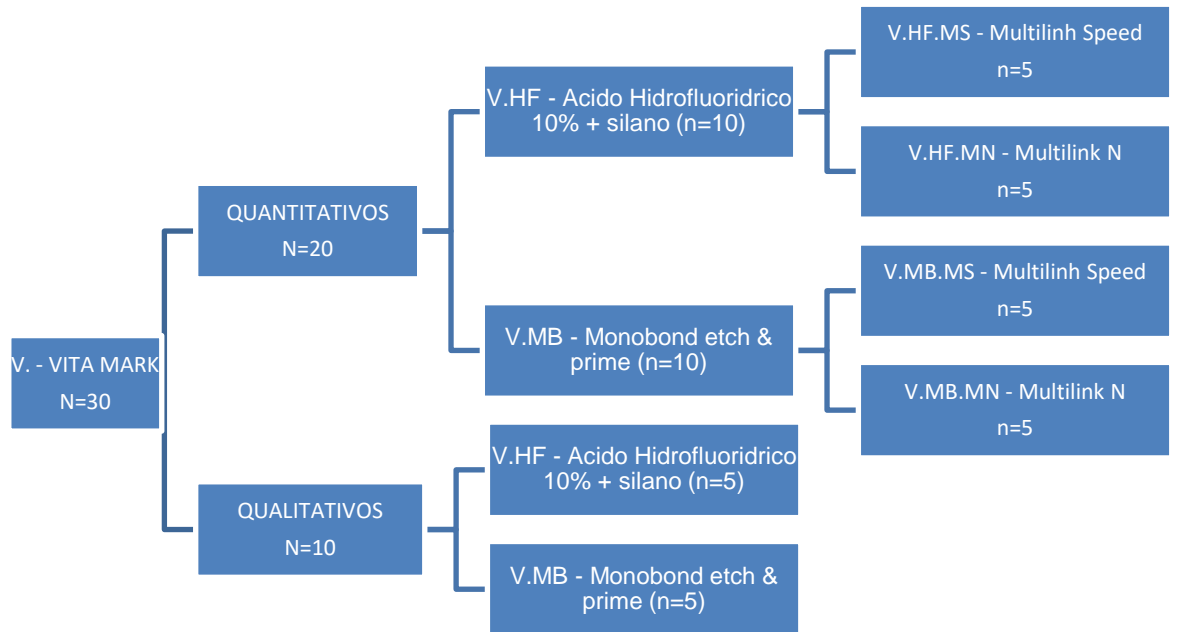


Figura 08 -Delineamento dos grupos cerâmica Vita Mark

Fonte: Elaborada pelo autor

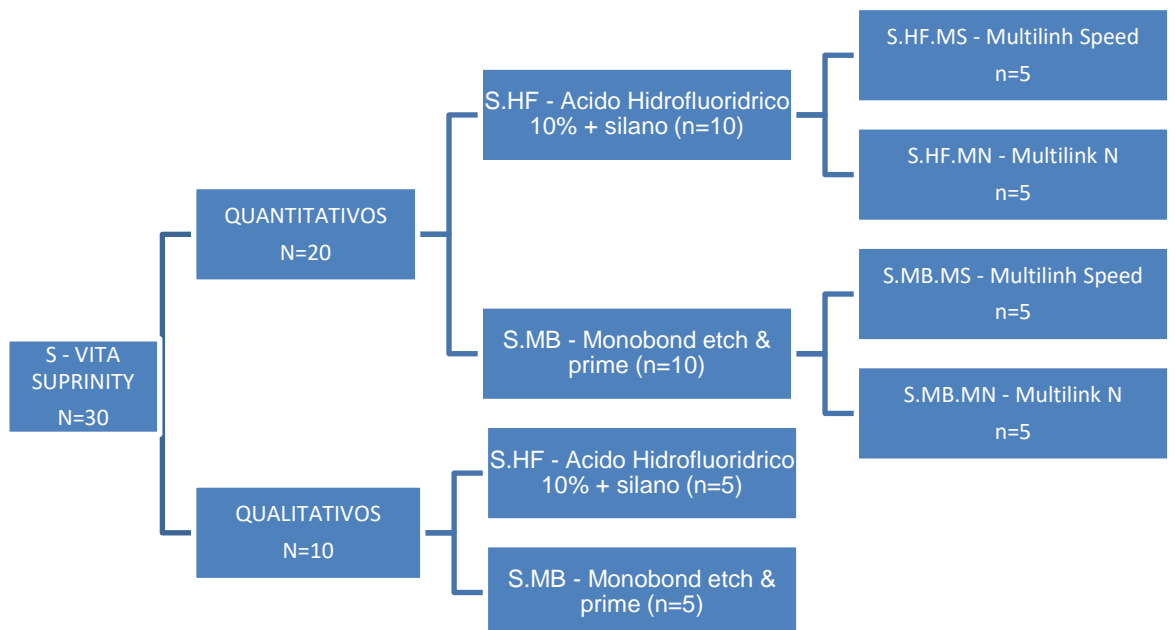


Figura 09 -Delineamento dos grupos cerâmica Suprinity

Fonte: Elaborada pelo auto

4.4 TRATAMENTO DAS SUPERFÍCIE

4.4.1 Grupos submetidos ao ácido hidrofúorídrico e Monobond N

Quinze espécimes de cada material receberam aplicação de ácido hidrofúorídrico, sendo que somente o Enamic recebeu HF 5%, por 60 segundos, por orientação do fabricante. O restante das cerâmicas receberam HF 10%, aplicação durante 20s. Em seguida ao ácido, as amostras foram lavadas com spray de ar e água pelo dobro do tempo do condicionamento, conforme orientação do fabricante, e secadas com jato de ar. Por fim, foi aplicado 1 camada de Monobond N por 60 segundos, removendo excessos com jato de ar, aguardando por 60 segundos.

4.4.2 Grupo submetido ao Monobond Etch and Prime

Quinze espécimes de cada material receberam aplicação de Monobond Etch & Prime, durante 20s friccionando, e deixando agir por mais 40 s. Em seguida lavadas com spray de ar e água pelo dobro do tempo do condicionamento, e secadas com jato de ar, aguardando 60 segundos. Pelas propriedades deste agente condicionante e recomendações do fabricante, não foi aplicado nenhum outro material. (Figura 10)



Figura 10 – Tratamento de superfície com Monobond Etch & Prime

Fonte: Elaborada pelo autor

4.5 PROCEDIMENTO DE CIMENTAÇÃO

Posteriormente ao tratamento de superfície, nas amostras para teste quantitativo, incluídas em resina acrílica, foram confeccionados cilindros, com 3mm de diâmetro, de cimento resinoso sobre as superfícies cerâmicas de cada grupo.

Para confeccionarmos os cilindros de cimento resinoso utilizamos Tygons cortados

em altura média de 5mm e espessura interna de 3mm sobre a amostra. Para fixa-los utilizamos cera 7 e gotejador manual (PIVA *et al.*, 2018). (Figura 11)

Após a fixação dos Tygons, aplicamos o cimento resinoso Multlink Speed (Ivoclar Vivadent) em 10 amostras de cada cerâmica, sendo 5 preparadas com HF e Monobond N e outras cinco com Eatch & Prime, em sua parte interna. Realizamos a fotoativação por 30 segundos com Valo Cordless (Ultradent – USA). O mesmo foi feito com Multilink N (Ivoclar Vivadent) nas outras 10 amostras. Sendo que cada retângulo da cerâmica recebeu 4 Tygons.

Depois da fotoativação em cada amostra, foram retirados delicadamente os Tygons e a cera 7 com auxílio de lamina de bisturi, e em seguida, foi realizada uma nova fotoativação em cada amostra. (Figura 12 e 13)

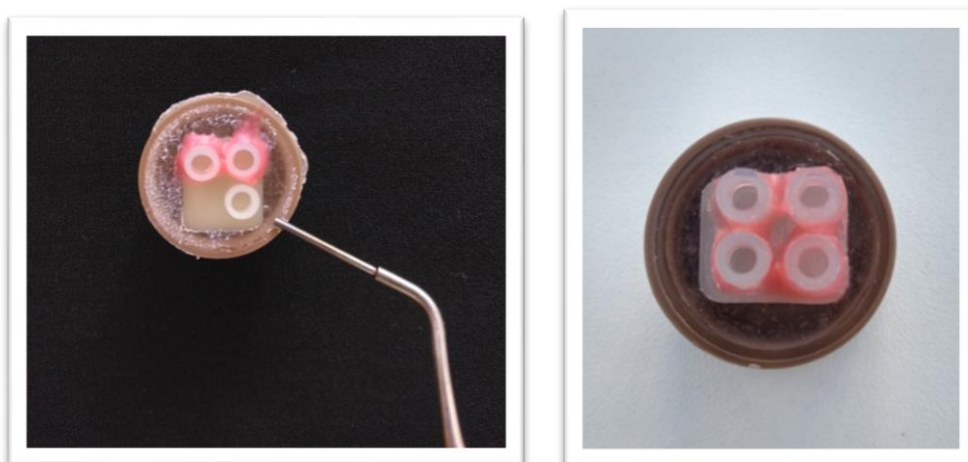


Figura 11- Amostra com os Tygons fixados para confecção dos cilindros

Fonte: Elaborada pelo autor

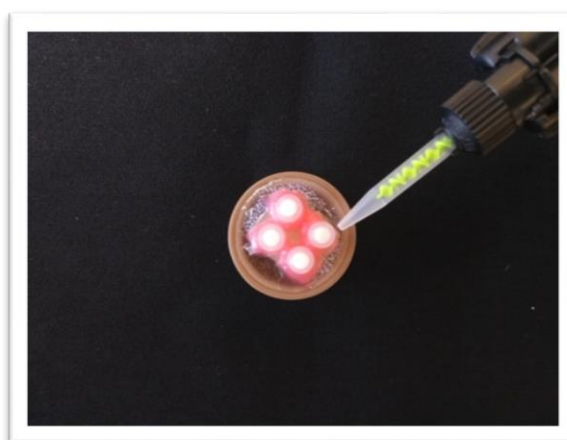


Figura 12- Amostra com os Tygons fixados recebendo o cimento resinoso

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 13 - Cilindros de cimento resinoso sobre a superfície cerâmica

Fonte: Elaborada pelo autor

4.6 TERMOCICLAGEM (TC)

As amostras foram submetidas ao envelhecimento térmico por meio de uma Termocicladora (521-D – EthikTechnology/ Nova Ética – Vargem Grande Paulista - SP) com a realização de 10.000 ciclos alternados em água destilada a 55°C e 5°C por 30s cada, com intervalo de troca de 5s (CARVALHO et al, 2018),. (Figura 14 e 15)



Figura 14 - Termocicladora (521-D – EthikTechnology/ Nova Ética – Vargem Grande Paulista - SP)

Fonte: Elaborada pelo autor



Figura 15 – Corpos de Prova preparados para a termociclagem

Fonte: Elaborada pelo autor

4.7 TESTE DE RESISTÊNCIA AO MICROCILHAMENTO

Após o envelhecimento, as amostras foram submetidas ao ensaio mecânico de cisalhamento, em máquina de ensaios universal (EMIC, São José dos Pinhais), com velocidade de 0,5mm/s, utilizando célula de carga de 50KgF. (Figura 16 e 17)



Figura 16 –EMIC

Fonte: Elaborada pelo autor

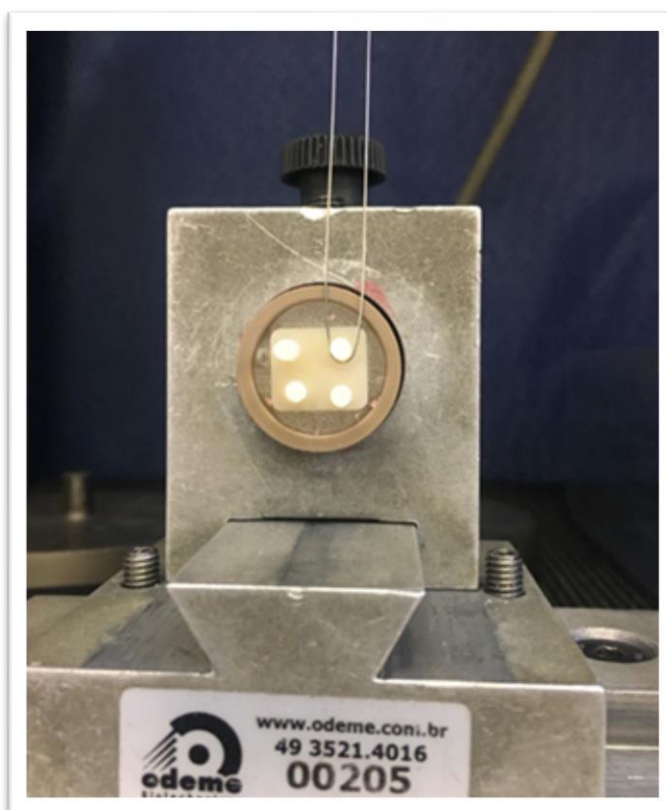


Fig. 17 - Amostra sendo submetida ao Ensaio de cisalhamento

Fonte: Elaborada pelo autor

4.7.1 Análise da Fratura

Após o ensaio mecânico de cisalhamento foi efetuada a análise do padrão das fraturas, em todas as amostras, com auxílio de uma lupa estereoscópica (Carl Zeiss - Brasil) com aumento de quarenta vezes, determinando fraturas classificadas da seguinte forma:

- Fraturas Adesivas (A): rompimento da união no nível da interface cerâmica/ cimento resinoso.
- Fraturas Coesivas (C): rompimento da união no nível do cimento ou da cerâmica.
- Fraturas Mistas (M): rompimento coesivo e adesivo concomitantemente.

4.8 ANÁLISES COMPLEMENTARES

Para caracterização superficial e cristalográfica, foram realizadas análises complementares. As amostras analisadas não foram submetidas à ciclagem térmica.

4.8.1 Perfilometria

Oito amostras de cada grupo de cerâmicas, 4 com tratamento de superfície com HF e Monobond N e 4 com Etch & Prime, foram preparadas para avaliação da morfologia

superficial, e ainda 4 amostras de cada cerâmica que não receberam nenhum tratamento de superfície. Essa avaliação foi realizada através do perfilômetro óptico digital (Wyko, NT 1100, Veeco - Tucson, USA), conectado a um PC com software de imagem (Vision 32, Veeco – Tucson, USA) para realização de micrografia de superfície (análise qualitativa da geometria tridimensional - 3D) e mensuração da rugosidade superficial, (Figura 18).



Figura 18 -Perfilômetro óptico digital (LAS-INPE)

Fonte: Elaborada pelo autor

4.8.2 Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Para a análise visual da superfície microscópica das amostras antes e após os tratamentos de superfície, foi utilizado um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV-FEG) TESCAN (MIRA3 – Kohoutovice/ República Tcheca) em alto vácuo com auxílio de detector de elétrons secundários ETD, com aumentos de 5, 500 e 2000 vezes. (Figura 19)



Figura 19 - Microscópio eletrônico de varredura (MEV-FEG) (LAS-INPE)

Fonte: Elaborada pelo autor

Para isto 1 amostra de cada grupo, para teste qualitativo, foi posicionada em uma plataforma de alumínio (*stub*) específica do equipamento, com auxílio de uma fita condutora dupla face de carbono para serem metalizadas em metalizadora Desk II (DentonVacuum – Moorestown – NJ, USA), recebendo uma camada de 12 nm de liga de ouro para conseguinte realização da microscopia. O mesmo foi realizado com 1 amostra de cada cerâmica que não recebeu nenhum tipo de tratamento de superfície. (Figura 20)



Figura 20 – Metalizadora (LAS-INPE)

Fonte: Elaborada pelo auto

5 RESULTADOS

5.1 RESISTÊNCIA

Para avaliar a influência do tratamento de superfície na resistência de união, os dados obtidos neste estudo foram submetidos ao modelo estatístico da análise de variância (Two-way ANOVA), após ser considerada a distribuição dos resíduos.

Os valores resíduos, decorrentes do ajuste desse modelo adotado, foram examinados pelo teste de D'Agostino & Pearson para avaliar a adequabilidade do modelo para inferências estatísticas válidas. Foi determinado que os dados originais propiciaram um adequado ajuste, pois os dados se ajustam a uma distribuição normal de probabilidade.

O teste Two-way ANOVA (Tabela 1) para a cerâmica ENAMIC revelou um efeito de interação significativa, o que indica que houve alteração da resistência de união em razão do tratamento de superfície ($p\text{ valor}=0,001$), do cimento resinoso utilizado ($p\text{ valor}=0,001$) e da interação entre as duas variáveis ($p\text{ valor}=0,001$).

Tabela 1: Resultados do teste de Two-way ANOVA da ENAMIC

Two-way ANOVA		Ordinary			
	<i>Alpha</i>	0,05			
<i>Fonte de interação da variação</i>		% of total variation	P value	P value summary	Significant?
		2,305	0,0013	**	Yes
	<i>Cimento</i>	5,194	< 0,0001	****	Yes
	<i>Trat. Superfície</i>	76,69	< 0,0001	****	Yes

Tabela 2: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de resistência (MPa) da ENAMIC.

	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	TESTE TUKEY	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
E.HF.MS	20	15,28	2,436	A	15,94%
E.HF.MN	20	14,53	3,418	A	23,53%
E.MB.MS	20	7,085	1,715	B	24,20%
E.MB.MN	20	2,863	1,042	C	36,39%

De acordo com o teste de Tukey (Tabela 2; figura 21) para a cerâmica ENAMIC, o grupo **E.HF.MS** e o **E.HF.MN** foram os que apresentaram o maior valor médio de resistência de união, não havendo diferença estatística significativa entre eles, mas deles com relação aos outros grupos.

O teste Two-way ANOVA (Tabela 3) para a cerâmica VITAMARK revelou um efeito de interação significativa, o que indica que houve alteração da resistência de união em razão do tratamento de superfície (p valor=0,001), do cimento resinoso utilizado (p valor=0,001) e da interação entre as duas variáveis (p valor=0,001).

Tabela 3: Resultados do teste de Two-way ANOVA da VITAMARK.

<i>Two-way ANOVA</i>		<i>Ordinary</i>		
<i>Alpha</i>	<i>% of total variation</i>	<i>P value</i>	<i>P value summary</i>	<i>Significant?</i>
<i>Fonte de interação da variação</i>				
	9,026	< 0,0001	****	Yes
<i>Cimento</i>	27,03	< 0,0001	****	Yes
<i>Trat. Superfície</i>	29,17	< 0,0001	****	Yes

Tabela 4: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de resistência (MPa) da VITAMARK.

	N	MEDIA	DESVIO PADRÃO	TESTE TUKEY	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
VM.HF.MS	20	10,34	2,23	A	21,54%
VM.HF.MN	20	9,04	1,51	A	16,64%
VM.MB.MS	20	8,92	1,97	A	22,05%
VM.MB.MN	20	4,06	1,31	B	32,20%

De acordo com o teste de Tukey (Tabela 4; figura 22) para a cerâmica VITAMARK, o grupo **VM.HF.MS**, **VM.HF.MN** e **VM.MB.MS** foram os que apresentaram o maior valor médio de resistência de união, não havendo diferença estatística significativa entre eles, mas deles com relação ao grupo **VM.MB.MN**.

O teste Two-way ANOVA (Tabela 5) para a cerâmica Suprinity revelou ausência de um efeito de interação significativa, o que indica que não houve interação entre as duas variáveis (p valor=0,331). Pelo teste, revelou-se apenas alteração da resistência de união em razão do cimento resinoso utilizado (p valor=0,001).

Tabela 5: Resultados do teste de Two-way ANOVA da Suprinit.

<i>Two-way ANOVA</i>		<i>Ordinary</i>		
<i>Alpha</i>	<i>% of total variation</i>	<i>P value</i>	<i>P value summary</i>	<i>Significant?</i>
<i>Fonte de interação da</i>				

variação				
	0,7911	0,331	ns	No
<i>Cimento</i>	34,54	0,001	****	Yes
<i>Trat. Superfície</i>	1,738	0,151	ns	No

Tabela 6: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de resistência (MPa) da Suprinit.

	N	MEDIA	DESVIO PADRÃO	TESTE TUKEY	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
S.HF.MS	20	10,08	3,067	A	30,42%
S.HF.MN	20	6,488	2,786	B	42,94%
S.MB.MS	20	11,67	2,404	A	20,59%
S.MB.MN	20	6,797	3,377	B	49,68%

De acordo com o teste de Tukey (Tabela 6; figura 23) para a cerâmica Suprinity, o grupo **S.HF.MS** e o **S.MB.MS** foram os que apresentaram o maior valor médio de resistência de união, não havendo diferença estatística significativa entre eles, mas deles com relação aos grupos **S.HF.MN** e **S.MB.MN**.

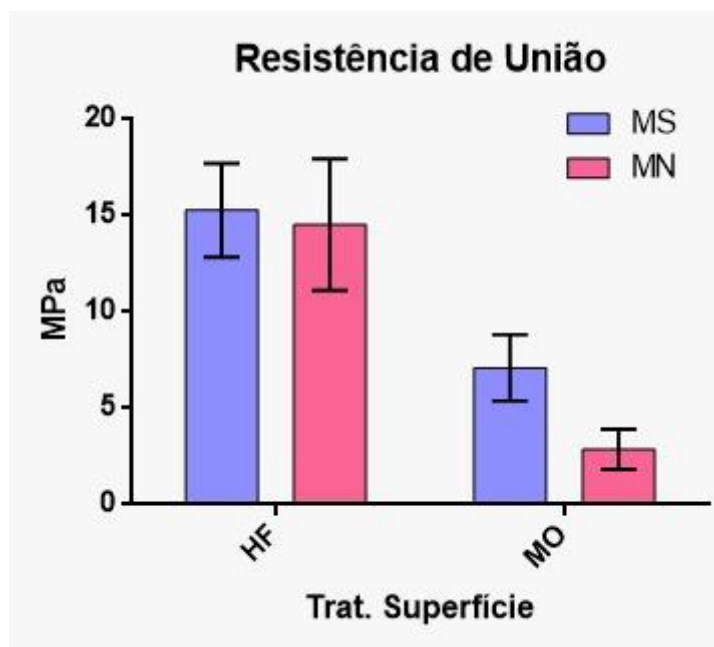


Figura 21: Gráfico dos valores de resistência de união (MPa) da ENAMIC.
Fonte: Elaborada pelo auto

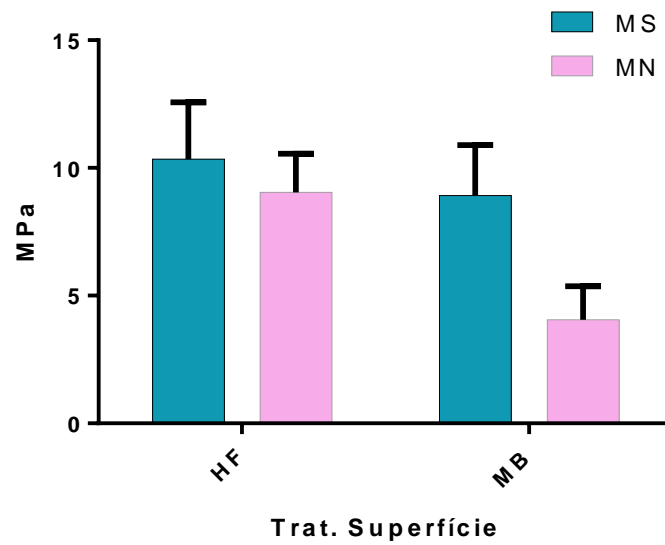


Figura 22: Gráfico dos valores de resistência de união (MPa) da VITAMARK.
Fonte: Elaborada pelo auto

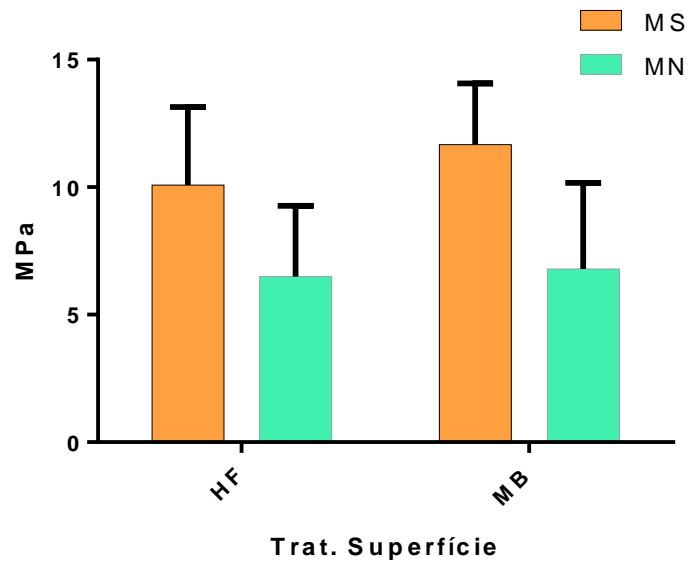


Figura 23: Gráfico dos valores de resistência de união (MPa) da SUPRINITY.
Fonte: Elaborada pelo auto

5.1.1 Análise da Fratura

Posteriormente a análise e classificação do padrão de fratura após o ensaio mecânico das amostras de cada grupo, foi quantificado em percentual e exposto nos quadros a seguir (Quadros 2, 3 e 4).

Quadro 2 – Padrão das fraturas Grupos da cerâmica Enamic

	E.HF.MS	E.HF.MN	E.MB.MS	E.MB.MN
Adesivas	0%	0%	95%	100%
Coesivas	80%	85%	0%	0%
Mistas	20%	15%	5%	0%

Quadro 3 – Padrão das fraturas Grupos da cerâmica Vita Mark

	V.HF.MS	V.HF.MN	V.MB.MS	V.MB.MN
Adesivas	0%	0%	0%	10%
Coesivas	25%	50%	30%	0%
Mistas	75%	50%	70%	90%

Quadro 4 – Padrão das fraturas Grupos da cerâmica Suprinity

	E.HF.MS	E.HF.MN	E.MB.MS	E.MB.MN
Adesivas	90%	100%	100%	100%
Coesivas	0%	0%	0%	0%
Mistas	10%	0%	0%	0%

5.2 PERFILOMETRIA

Através das micrografias obtidas das amostras, foram selecionadas uma de cada grupo de cada cerâmica: do CO (controle), que não recebeu tratamento de superfície, só polimento; do grupo HF (ácido fluorídrico + monobond N), e do grupo MB (Monobond Etch & Prime). O *software* Vision 32 foi utilizado para obtenção das imagens, no qual forneceu dados de média aritmética (R_a) e média quadrática da rugosidade (R_q), baseando-se em picos e vales presentes na área analisada (Figuras 25 a 33). Ressalta-se que as áreas em vermelho indicam picos (maior rugosidade), as áreas em azul representam vales e as regiões em verde representam zonas neutras.

Para avaliar a influência do tratamento de superfície na rugosidade superficial, os

dados obtidos neste estudo foram submetidos ao modelo estatístico da análise de variância (ANOVA um fator), após ser considerada a distribuição dos resíduos.

Os valores resíduos, decorrentes do ajuste desse modelo adotado, foram examinados pelo teste de D'Agostino & Pearson para avaliar a adequabilidade do modelo para inferências estatísticas válidas. Foi determinado que os dados originais propiciaram um adequado ajuste, pois os dados se ajustam a uma distribuição normal de probabilidade.

O teste ANOVA (Tabela 7) revelou, para a cerâmica Enamic revelou um efeito de interação significativa, o que indica que houve alteração da rugosidade superficial em razão do tratamento de superfície (p valor=0,001).

Tabela 7: Resultados do teste de ANOVA.

ANOVA SUMMARY	
P VALUE	0,001
ARE DIFFERENCES AMONG MEANS STATISTICALLY SIGNIFICANT? (P < 0.05)	Yes

Tabela 8: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de rugosidade (nm).

	N	MÉDIA (nm)	DESVIO PADRÃO	TESTE TUKEY	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
E.CO	15	111,6	30,64	A	27,46%
E.MB	15	208,2	45,64	B	21,92%
E.HF	15	380,2	77,36	C	20,35%

De acordo com o teste de Tukey o grupo **Ácido** foi o que apresentou o maior valor médio de rugosidade. (Tabela 8)

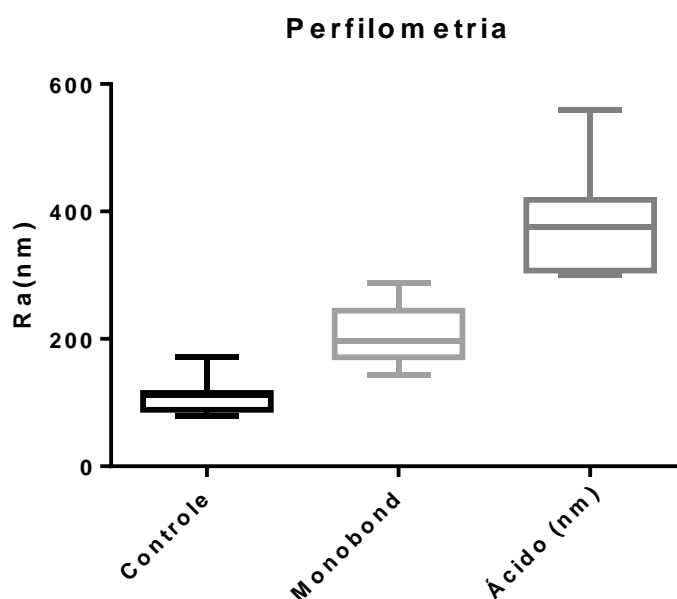


Figura 24: Gráfico dos valores de rugosidade superficial (nm) Enamic.
Fonte: Elaborada pelo auto

O teste ANOVA (Tabela 9) para a cerâmica Vita Mark revelou um efeito de interação significativa, o que indica que houve alteração da rugosidade superficial em razão do tratamento de superfície (p valor=0,001).

Tabela 9: Resultados do teste de ANOVA.

ANOVA SUMMARY	
P VALUE	0,001
ARE DIFFERENCES AMONG MEANS STATISTICALLY SIGNIFICANT? (P < 0.05)	Yes

Tabela 10: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de rugosidade (nm).

	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	TESTE TUKEY	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
V.CO	9	309,5	6,979	A	2,25%
V.MB	9	384,9	5,95	B	1,55%
V.HF	9	1715	38,71	C	2,26%

De acordo com o teste de Tukey o grupo **Ácido** foi o que apresentou o maior valor médio de rugosidade. (Tabela 10)

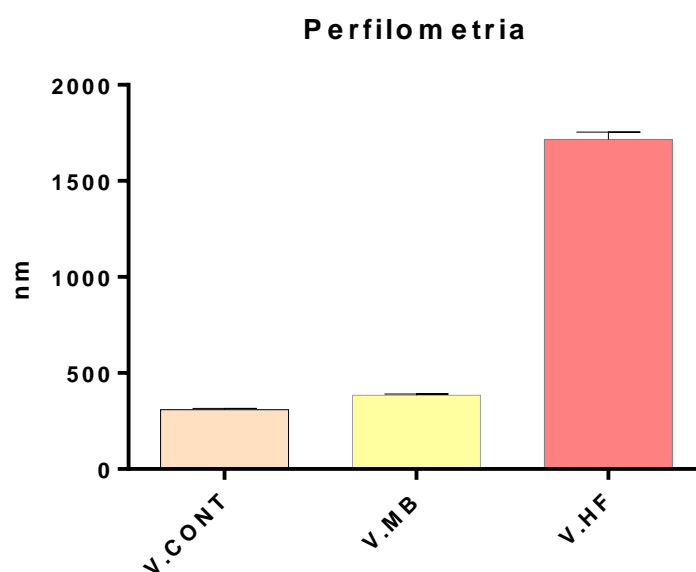


Figura 25: Gráfico dos valores de rugosidade superficial (nm) Vita Mark.
Fonte: Elaborada pelo auto

O teste ANOVA (Tabela 11) para a cerâmica Suprinit revelou um efeito de interação significativa, o que indica que houve alteração da rugosidade superficial em razão do tratamento de superfície (p valor=0,001).

Tabela 11: Resultados do teste de ANOVA.

ANOVA SUMMARY	
P VALUE	0,001
ARE DIFFERENCES AMONG MEANS STATISTICALLY SIGNIFICANT? (P < 0.05)	Yes

Tabela 12: Resultados da estatística descritiva e do teste de comparação Tukey para os valores de rugosidade (nm).

	N	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	TESTE TUKEY	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO
S.CO	9	43,39	4,33	A	9,98%
S.MB	9	116,8	9,42	B	8,06%
S.HF	9	627	11,47	C	1,83%

De acordo com o teste de Tukey o grupo **Ácido** foi o que apresentou o maior valor médio de rugosidade. (Tabela 12)

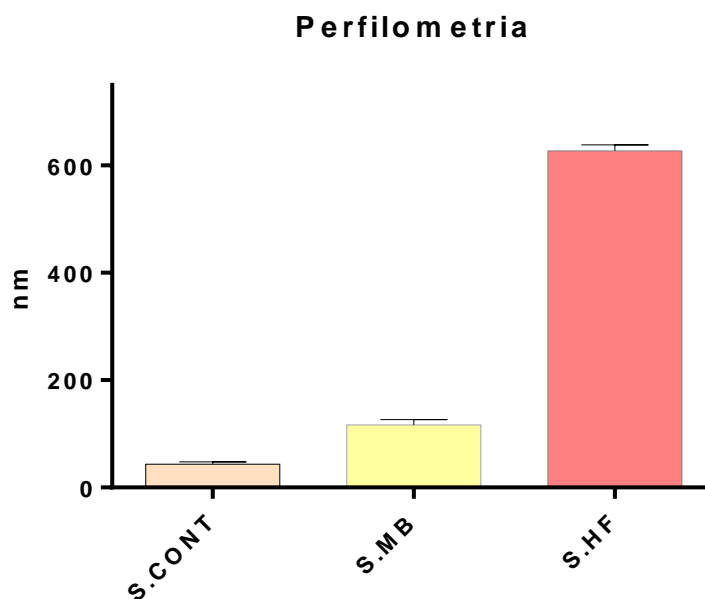


Figura 26: Gráfico dos valores de rugosidade superficial (ηm) Suprinity
 Fonte: Elaborada pelo auto

Pela imagen do grupo CO do Enamic (Figura 27) pode-se observar que o é uma cerâmica que não apresenta uma superfície muito lisa, mesmo polida e sem receber tratamento de superfície. Mas os valores de R_q e R_a são bem menos expressivos quando comparados aos demais grupos, principalmente ao HF. Na figura, podemos ver predomínio de zona neutra.

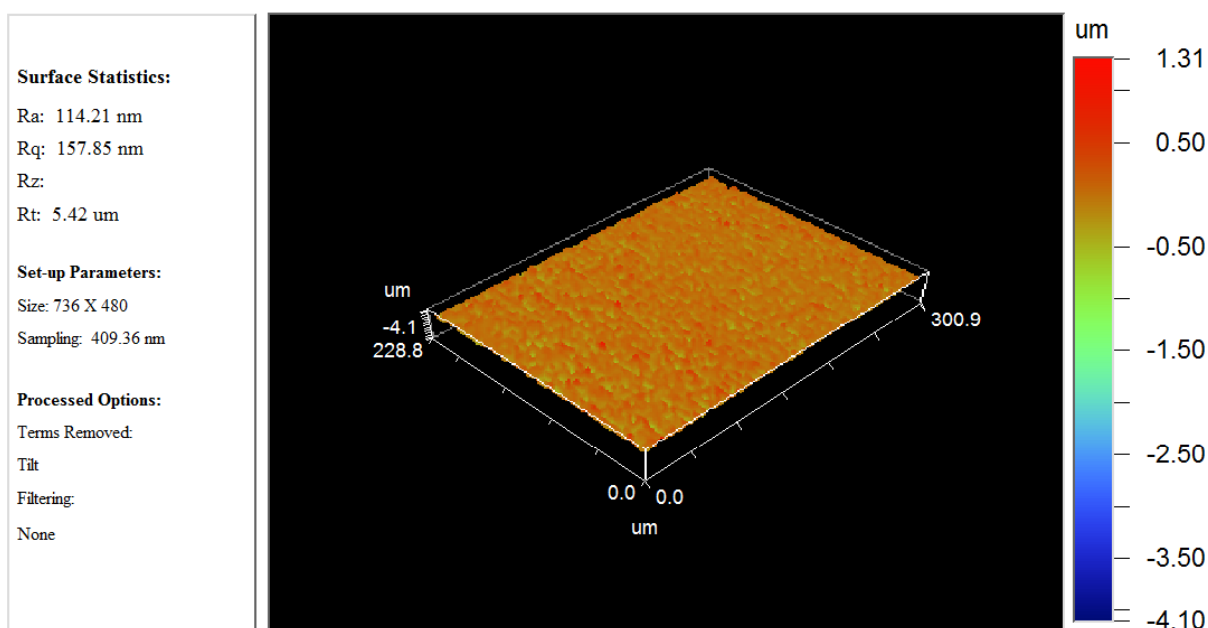


Figura 27 – Enamic Grupo controle – sem tratamento de superfície

Fonte: Elaborada pelo auto

Nas imagens do grupo HF da Enamic (Figuras 28) verificamos valores muito mais expressivos para Ra e Rq, com predomínio de vales e picos. Podemos notar uma maior rugosidade neste grupo, devido a degradação de componentes provocada pelo ácido hidrófluorídrico.

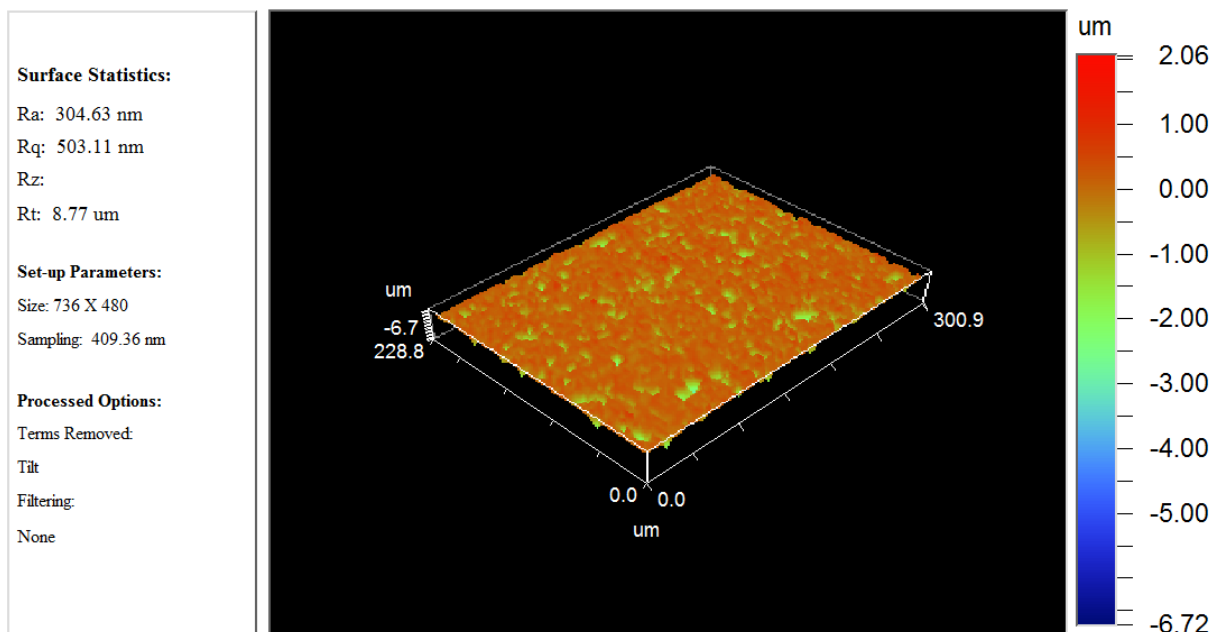


Figura 28 – Grupo Enamic HF

Fonte: Elaborada pelo auto

As imagens do grupo MB da cerâmica Enamic (Figuras 29) mostram mais proximidade com o grupo CO do que com o HF, o que é corroborado pelos valores de Ra e Rq. Na imagem verificamos um predomínio de zona neutra, apesar de ter tido aumento de vales e picos quando comparado ao CO.

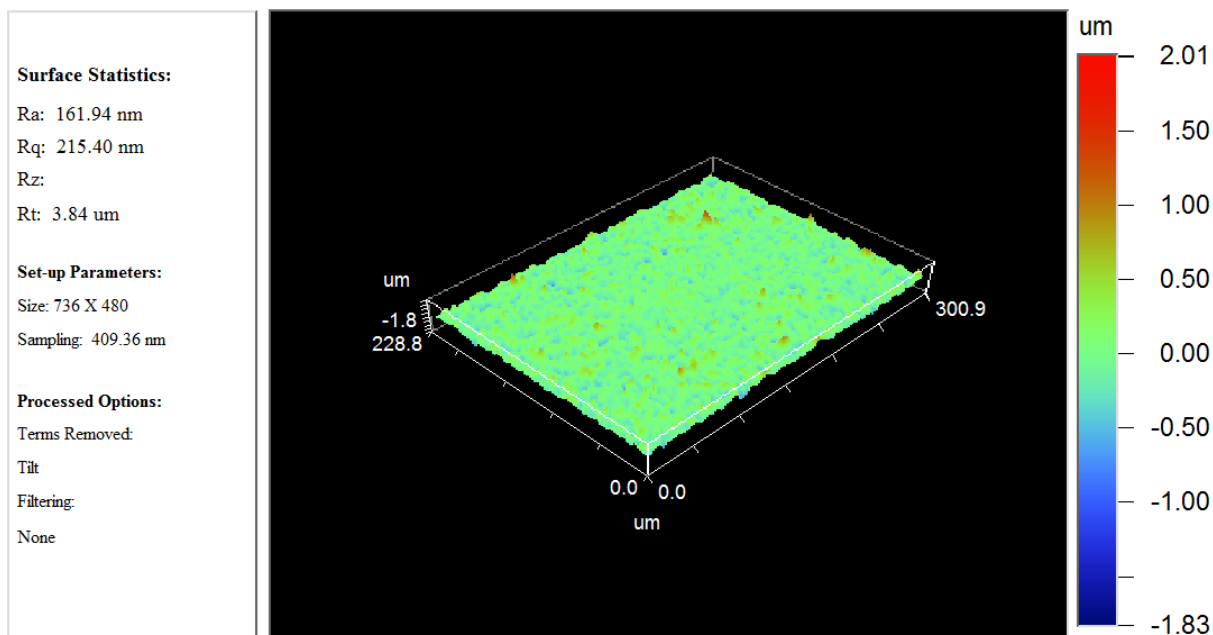


Figura 29 – Grupo Enamic MB

Fonte: Elaborada pelo auto

As figuras do grupo Vita Mark II revelam imagens com características semelhantes às do grupo anterior. A superfície polida, do grupo controle (Figura 30), não é muito lisa, apresentando mais irregularidades que a do Enamic, e o grupo do Monobond (Figura 31) assemelha-se bastante ao do grupo controle, verificando que este tratamento de superfície não aumentou tanto a rugosidade de superfície da cerâmica em questão. Porém as imagens e dados do grupo HF (Figura 32) são bastante expressivos, mostrando valores de alteração de rugosidade muito superiores tanto aos outros tratamentos de superfície no mesmo material, quanto a todos os outros grupos dos outros dois tipos cerâmicos analisados.

Surface Stats:

Ra: 304.70 nm

Rq: 423.90 nm

Rt: 7.75 μm **Measurement Info:**

Magnification: 20.52

Measurement Mode: VSI

Sampling: 409.36 nm

Array Size: 736 X 480

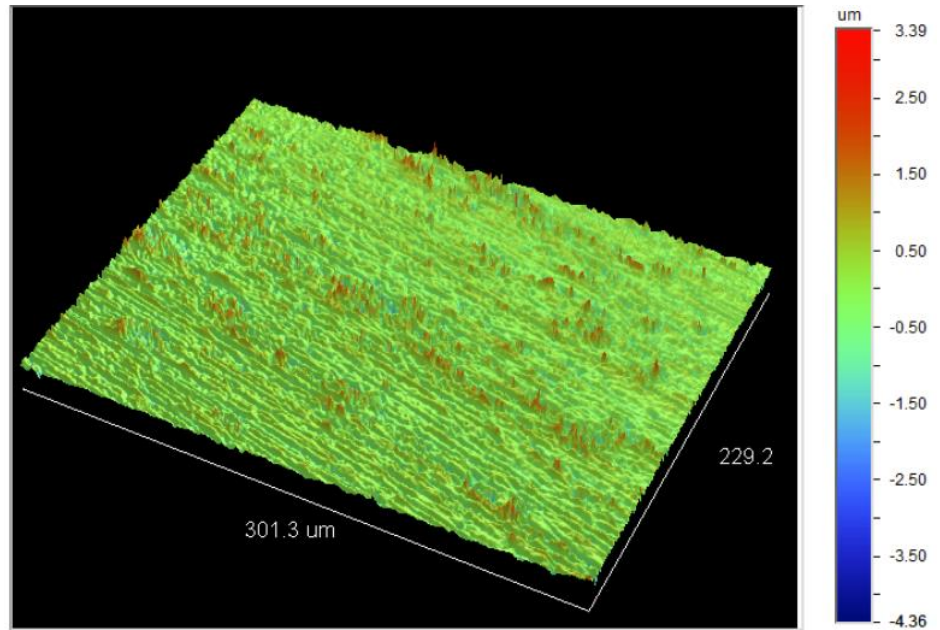


Figura 30 – Grupo Vita Mark CO

Fonte: Elaborada pelo auto

Surface Stats:Ra: 1.67 μm Rq: 2.37 μm Rt: 21.64 μm **Measurement Info:**

Magnification: 20.52

Measurement Mode: VSI

Sampling: 409.36 nm

Array Size: 736 X 480

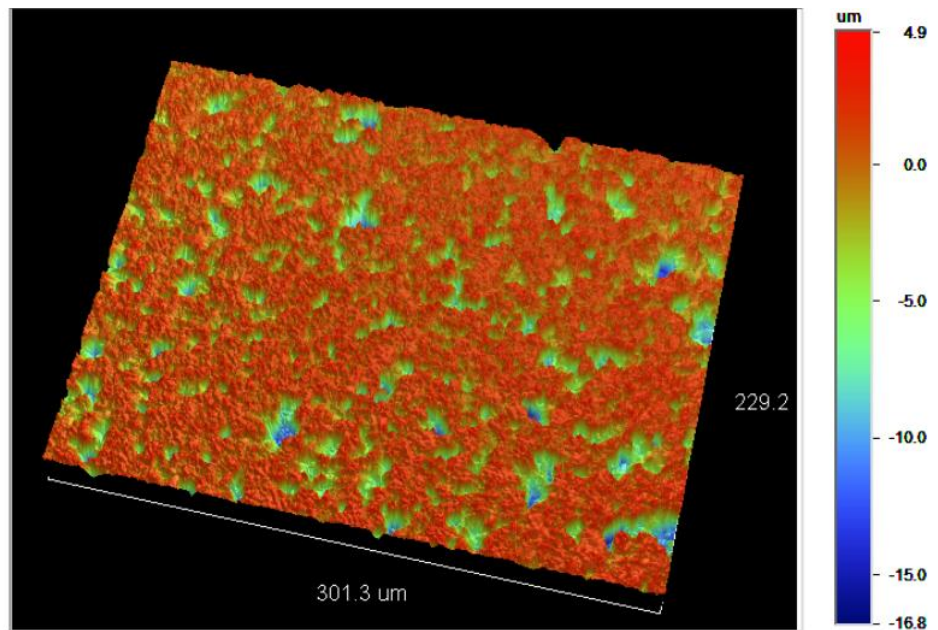


Figura 31 – Grupo Vita Mark HF

Fonte: Elaborada pelo auto

Surface Stats:

Ra: 380.60 nm

Rq: 533.18 nm

Rt: 8.39 μm **Measurement Info:**

Magnification: 20.52

Measurement Mode: VSI

Sampling: 409.36 nm

Array Size: 736 X 480

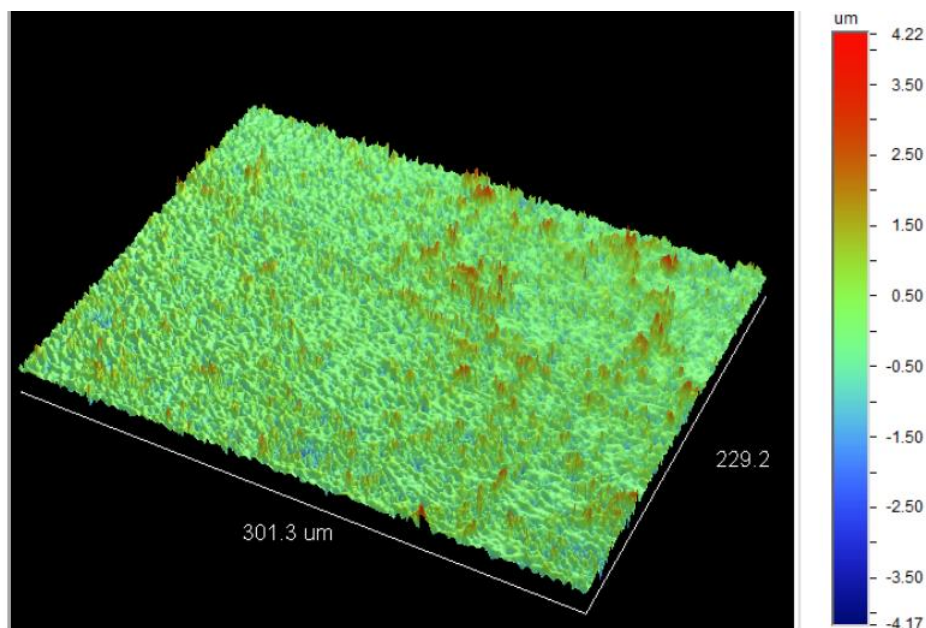


Figura 32 – Grupo Vita Mark MB

Fonte: Elaborada pelo auto

Na imagem do grupo CO (Figura 33) da cerâmica Suprinity pode-se verificar uma superfície mais lisa e polida do que as dos grupos Co das cerâmicas anteriores. A alteração de rugosidade de superfície ocorreu tanto no tratamento de superfície com HF e silano quanto no Monobond, sendo que este último apresentou uma alteração bem menos significativa que a do tratamento com ácido (Figura 34 e 35).

Surface Stats:

Ra: 38.01 nm

Rq: 51.81 nm

Rt: 1.99 μm **Measurement Info:**

Magnification: 20.52

Measurement Mode: VSI

Sampling: 409.36 nm

Array Size: 736 X 480

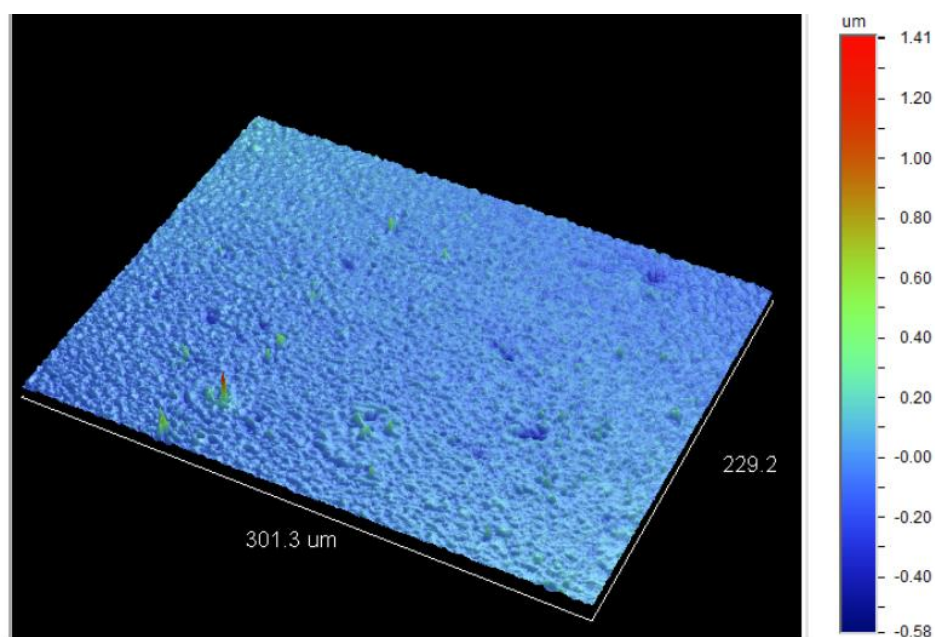


Figura 33 – Grupo Suprinity CO

Fonte: Elaborada pelo auto

Surface Stats:

Ra: 619.73 nm

Rq: 927.29 nm

Rt: 89.75 μm **Measurement Info:**

Magnification: 20.52

Measurement Mode: VSI

Sampling: 409.36 nm

Array Size: 736 X 480

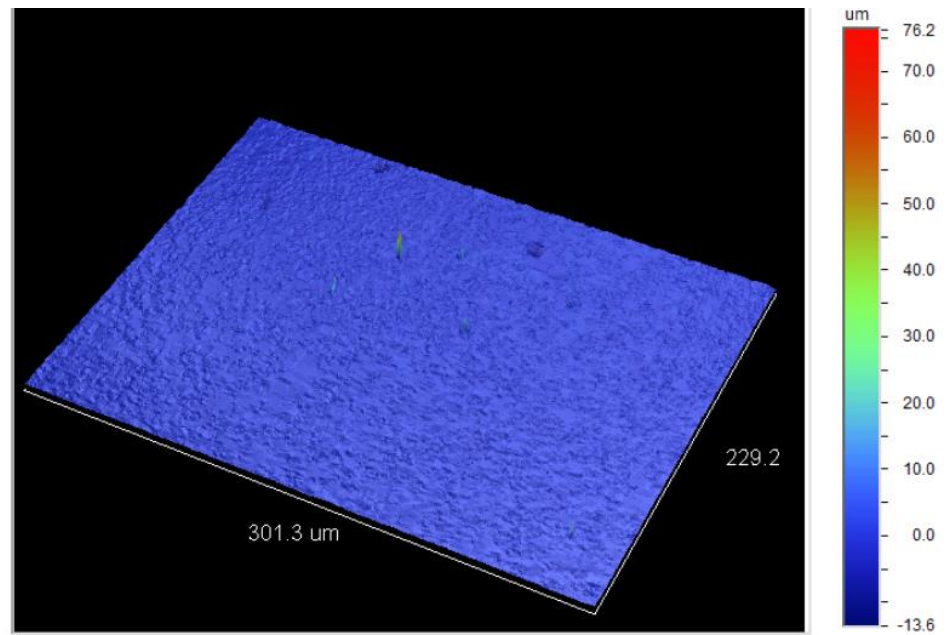


Figura 34 – Grupo Suprinity HF

Fonte: Elaborada pelo auto

Surface Stats:

Ra: 110.70 nm

Rq: 171.69 nm

Rt: 2.77 μm **Measurement Info:**

Magnification: 20.52

Measurement Mode: VSI

Sampling: 409.36 nm

Array Size: 736 X 480

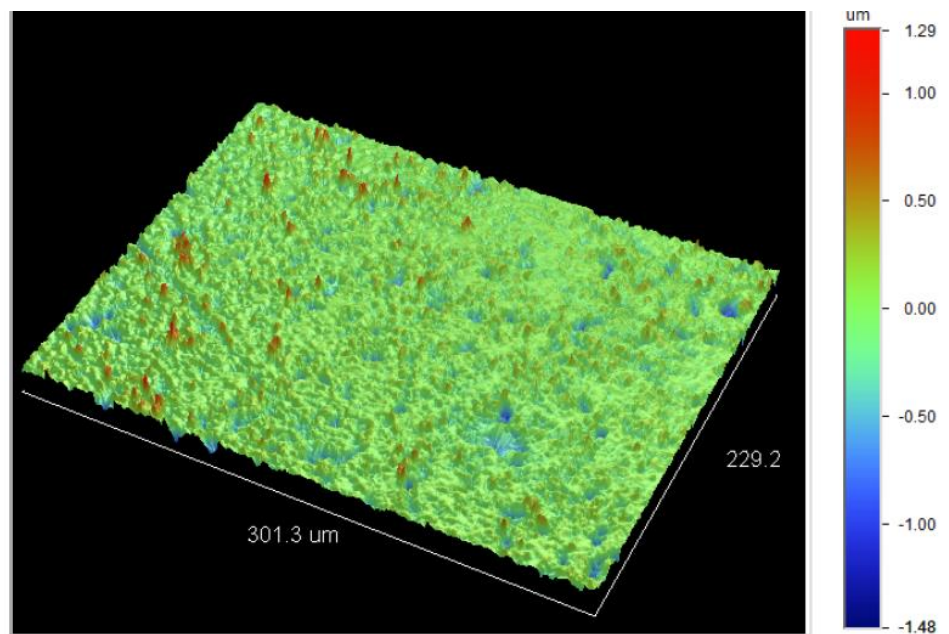


Figura 35 – Grupo Suprinity MB

Fonte: Elaborada pelo auto

5.3 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Nas imagens em MEV-FEG das amostras de Enamic sem tratamento de superfície (Figura 36), somente com polimento, é possível verificar a cerâmica dominante reforçada com uma rede polimérica, com a presença de ranhuras decorrentes da ação mecânica causada pela lixa no momento da confecção das amostras. Nos maiores aumentos conseguimos verificar que é uma cerâmica com superfície não muito homogênea, com presença de tricas.

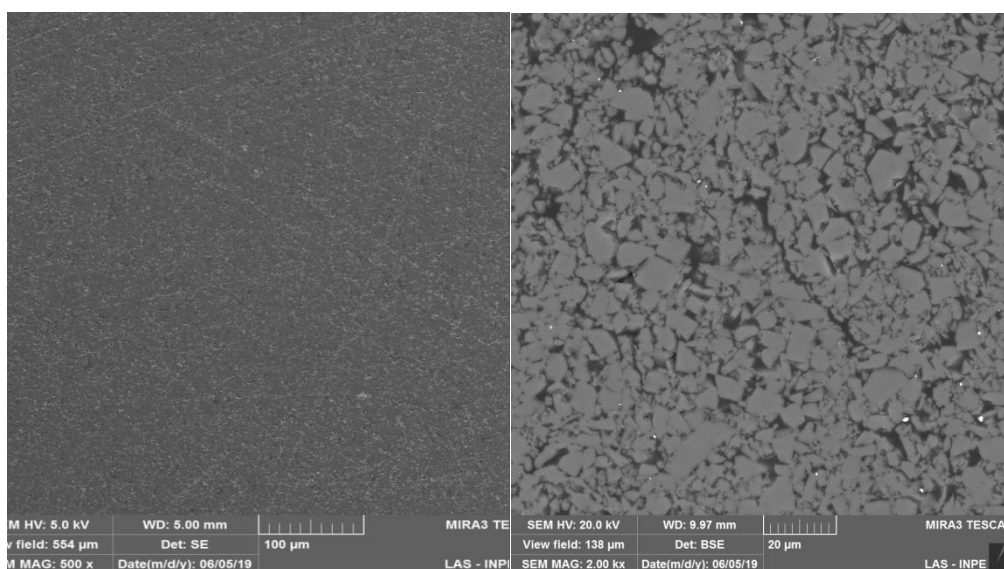


Figura 36 – Enamic sem tratamento de superfície (aumento de 500 kx e 2000 kx)

Fonte: Elaborada pelo auto

Nas imagens do grupo Enamic que recebeu tratamento de superfície com HF 5%, podemos evidenciar a ação do mesmo, com aumento considerável do grau de dissolução destes materiais (Figura 37), aumentando dessa forma o nível de rugosidade superficial.

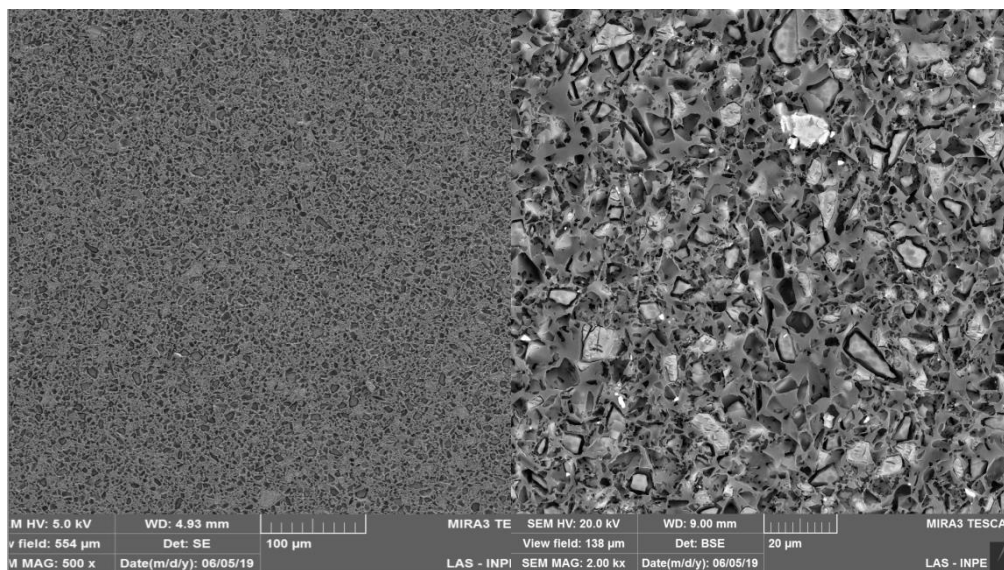


Figura 37 – Enamic tratado com HF (aumento de 500 kx e 2.000 kx)

Fonte: Elaborada pelo auto

O grupo Enamic submetido a tratamento com Monobond (Figura 38) revelou nas imagens deformidade na superfície, decorrente da ação de dissolução deste material, porém muito menor quando comparados ao grupo do Ácido Fluorídrico 5%. Podemos visualizar presença de aumento de rugosidade, porém as imagens se assemelham mais as do grupo controle do que do grupo HF.

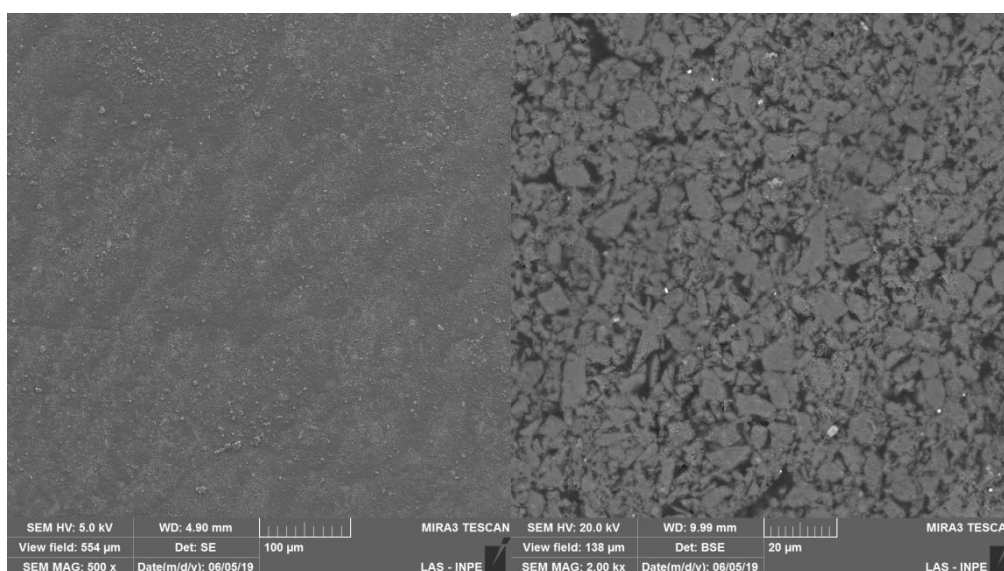


Figura 38 – Enamic tratado com Monobond Etch and Prime (aumento de 500 kx e 2000 kx)

Fonte: Elaborada pelo auto

Nas imagens obtidas a partir da microscopia eletrônica de varredura das amostras de

Vita Mark, que é composto de óxido de alumínio com óxido de silício, sem tratamento de superfície, podemos observar uma superfície plana, não apresentando rugosidades consideráveis, polida, somente é possível observar ranhuras decorrentes do polimento (Figura 39).

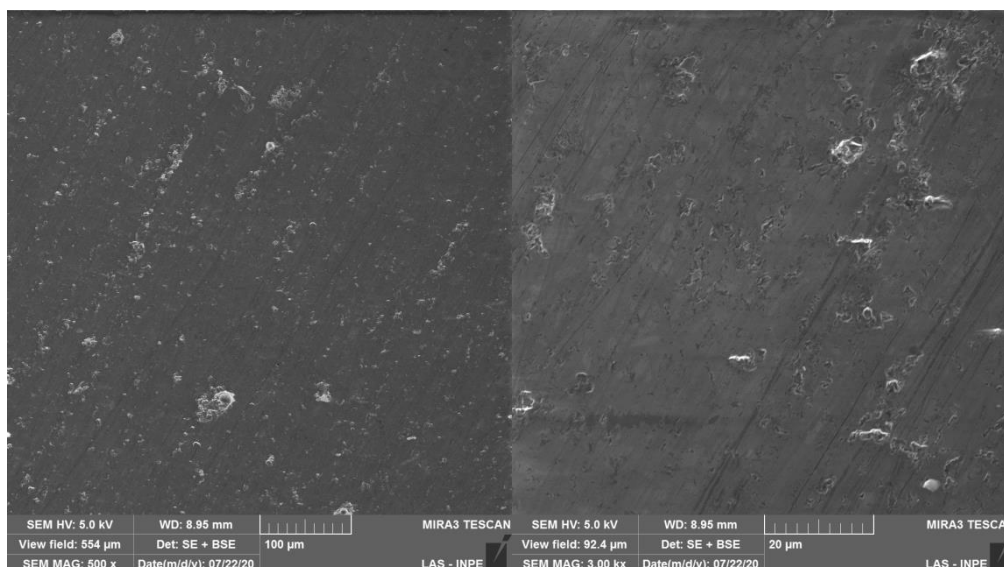


Figura 39 – Vita Mark sem tratamento de superfície (aumento de 500 kx e 3000 kx)

Fonte: Elaborada pelo auto

Nas imagens do grupo Vita Mark que recebeu tratamento de superfície com HF 10%, pode-se observar um aumento de rugosidade bem eficiente, com grande número de cavidades na ordem de 10 micrometros (Figura 40).

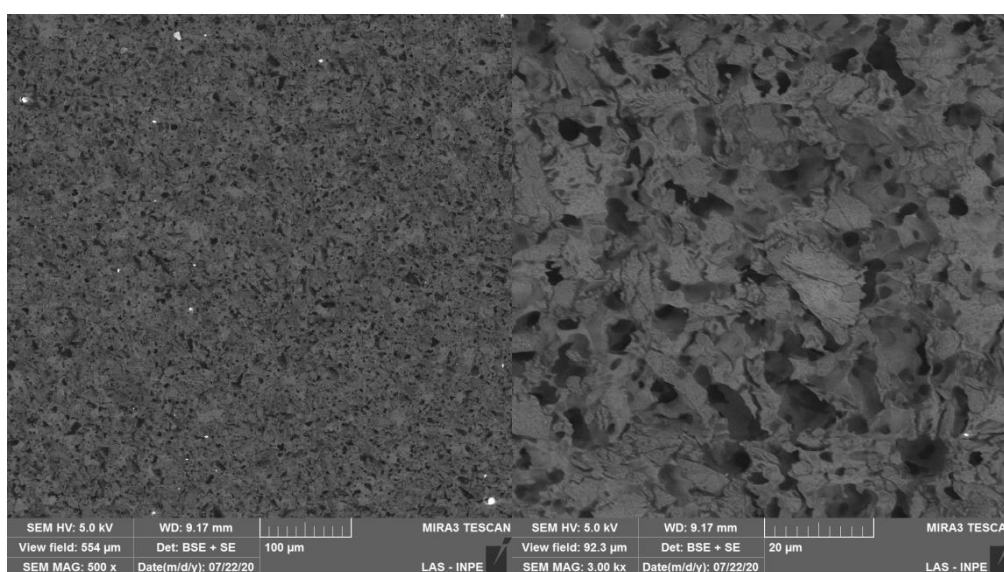


Figura 40 – Vita Mark tratado com HF (aumento de 500 kx e 3.000 kx)

Fonte: Elaborada pelo

O grupo Vita Mark submetido a tratamento com Monobond revelou imagens de superfície com trincas, mas não cavidades. As trincas são da ordem de 5 micrometros, o que altera a area superficial, quando comparado ao grupo controle, mas fica aquém quando comparado ao grupo de tratamento com HF (Figura 41).

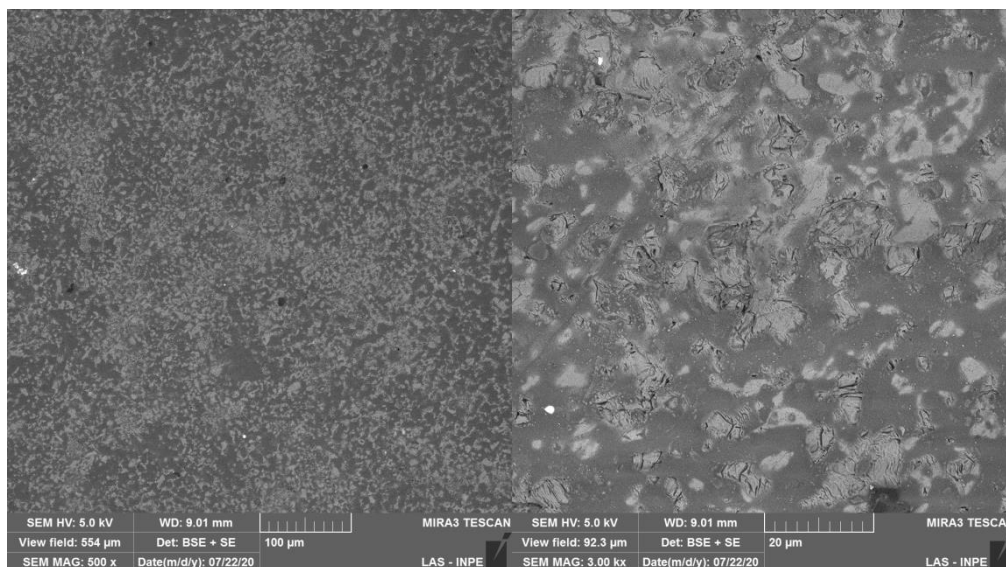


Figura 41 – Vita Mark tratado com Monobond (aumento de 500 kx e 3.000 kx)

Fonte: Elaborada pelo auto

Para o grupo do Suprinity, cujo material é composto por silicato de lítio e zircônia, nas amostras controle, ou seja, que não receberam nenhum tratamento de superfície, só polimento, podemos observar superfície plana, polida, de todas cerâmicas observadas neste trabalho, esta foi a que apresentou uma superfície mais homogênea, quando polida. As imagens mostram uma matriz mais escura com pontos claros, sendo esta matriz escura revelando o silicato de lítio, e os pontos claros revelando a presença de zircônio (Figura 42).

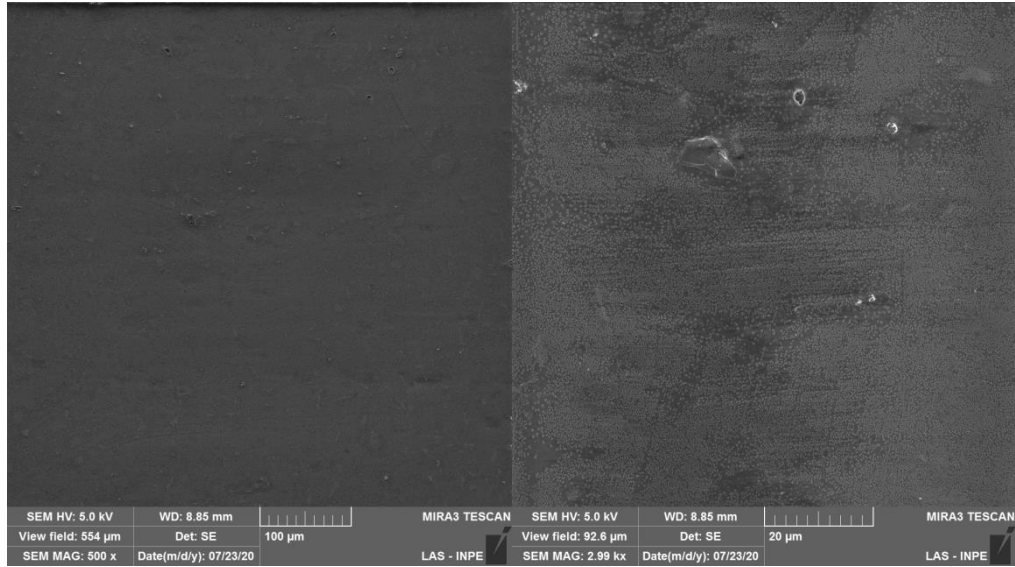


Figura 42 – Suprinity sem tratamento de superfície (aumento de 500 kx e 3000 kx)

Fonte: Elaborada pelo auto

As imagens do grupo Suprinity que recebeu tratamento de superfície com HF 10% pode-se observar a presença de uma microtextura na superfície com defeitos de aproximadamente 2 micrometros, distribuidos de forma de padrão regular, homogêneo, com formato pontiagudo, o que acredita-se aumentar bastante a área de superfície e favorecer a adesão (Figura 43). Podemos observar na imagem também, macrocavidades, compatível com algum defeito local da cerâmica.

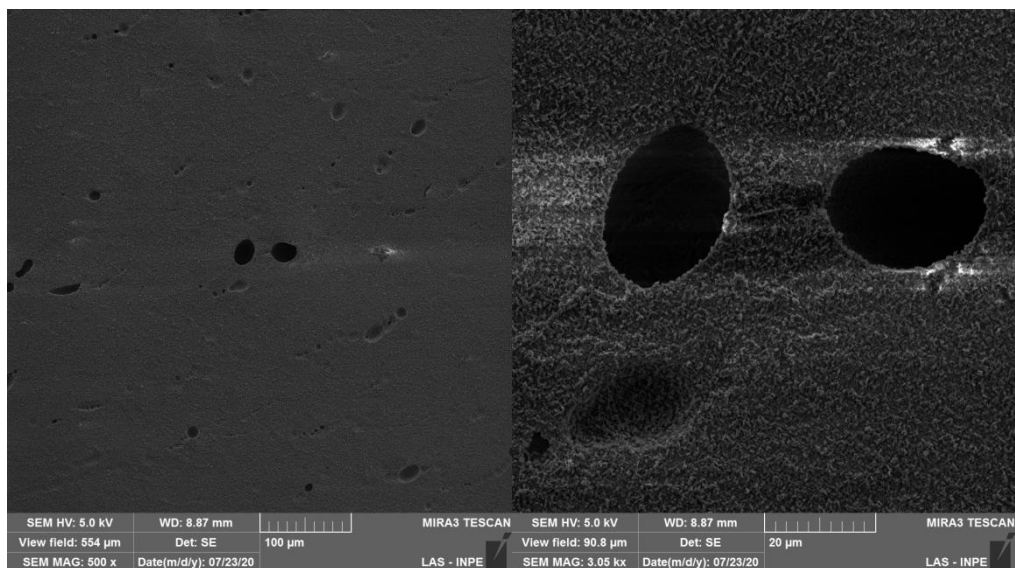


Figura 43 – Suprinity tratado com HF (aumento de 500 kx e 3.000 kx)

Fonte: Elaborada pelo aut

As imagens do grupo Suprinity tratado com monobond revelou uma pequena variação de rugosidade quando comparado ao controle, e bem menos expressivo quando comparado ao tartado com HF, podendo-se dizer que o monobond promoveu uma ação mais suave que a do ácido (Figura 44).

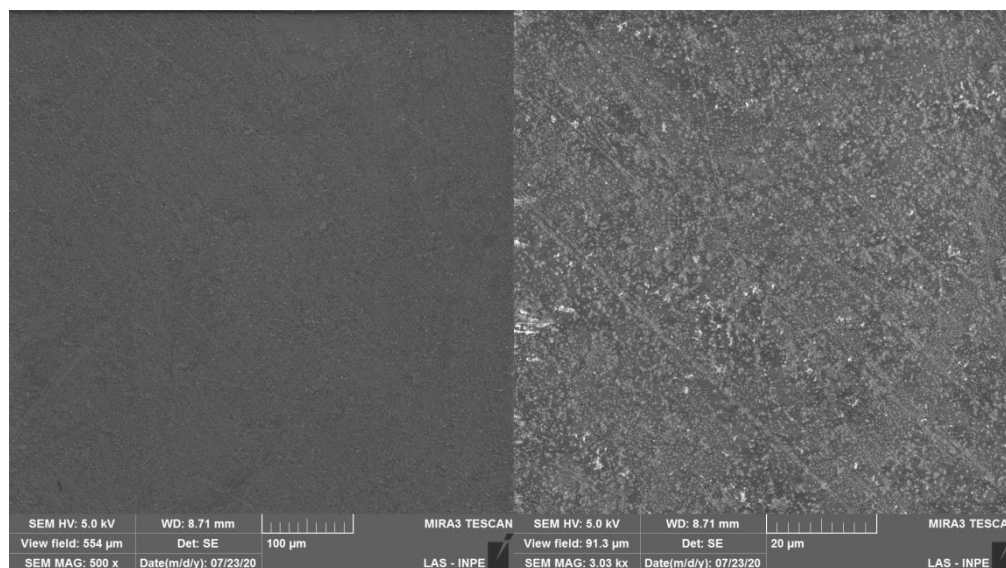


Figura 44 – Suprinity tratado com Monobond (aumento de 500 kx e 3.000 kx)

Fonte: Elaborada pelo auto

De uma maneira geral, a partir das imagens obtidas de dos os grupos com microscopia eletrônica de varredura, podemos notar um aumento maior na rugosidade da superfície nas amostras tratadas com HF, do que com as amostras tratadas com Monobond. Podendo-se dizer que o ataque do monobond é mais suave que o do HF, porém, baseado nas imagens de superfície, a adesão parece ser maior nos grupos tratados com HF, do que com Monobond, pois o aumento da area de superfície foi maior.

6 DISCUSSÃO

Um grande foco na literatura nos dias atuais tem sido as cerâmicas odontológicas e a adesão delas ao substrato dental, isso pode ser explicado por dois motivos principais: o fato desse material restaurador ser o de escolha da maioria dos profissionais em clínica, devido suas excelentes características químicas e mecânicas; e o segundo motivo seria o desenvolvimento de materiais novos, realizado pelas empresas, que precisam de um embasamento a partir de pesquisas *in vitro*, que comprovem sua eficiência (CONCEIÇÃO et al, 2005).

Neste trabalho, optou-se por avaliar três cerâmicas disponíveis no mercado, ressaltando que são materiais de classificação e composição diferentes entre eles. A Vita Enamic é uma cerâmica híbrida, que combina uma matriz cerâmica dominante com uma rede polimérica, apresentando assim características positivas das cerâmicas associadas às de um composto. Vita Mark II é uma cerâmica feldspática composta por óxido de silício com óxido de alumínio e, por fim, a VITA SUPRINITY, que é uma cerâmica de vidro de silicato de lítio reforçada com dióxido de zircônio. Por se tratar de materiais com composição diferente, nós esperávamos reações realmente diferentes com os tipos de tratamentos de superfície propostos (VENTURINI et al, 2015; FERREIRA, 2017; MURILLO-GÓMEZ e GOES, 2018).

Para Raposo (2012), as cerâmicas reforçadas apresentam uma resistência melhor quando comparadas as cerâmicas convencionais, pois a incorporação dos agentes de reforço da fase cristalina promove uma diminuição da propagação de trincas nas cerâmicas quando submetidas a tensões de tração. Já para Amoroso et al (2012), a seleção do material não deve ser feita apenas observando as características mecânicas do mesmo, pois o material ideal para cada caso vai depender da casuística e da habilidade do clínico, segundo este autor. Já para Bispo (2015), o material de excelência das cerâmicas odontológicas é a cerâmica reforçada com zircônia, a partir da técnica de cerâmica prensada sobre o cópico de zircônia, devido a sua alta resistência mecânica. Segundo Tavares et al (2020), as cerâmicas de dissilicato de lítio apresentam melhores comportamentos mecânicos quando comparadas a cerâmicas de outra composição.

A técnica de confecção do bloco cerâmico também é um aspecto de relevância na escolha do protocolo da reabilitação. Nesta pesquisa, todas as cerâmicas avaliadas eram em bloco para CAD/CAM. Para Bellan et al (2017), Wendler et al (2017), Mendonça et al (2018)

e Strasser et al (2018) essa tecnologia permite uma rapidez no tratamento, facilidade de manuseio, com longevidade.

Um determinante na resistência de união entre uma peça protética e o substrato dental é o tratamento de superfície realizado sobre a cerâmica. Este tratamento promove uma alteração superficial, criando rugosidades que permitem que o agente cimentante seja capaz de se aderir à peça. Esse tratamento deve não só aumentar a área de superfície promovendo uma ligação forte entre os materiais, mas também deve ser realizado de forma que não diminua as características de resistência da própria cerâmica, tornando-a mais frágil (BERTOLINI, 1992; DELLA BONA, ANUSAVICE e HOOD, 2002; XIAOPING, DONGFENG e SILIKAS, 2014; FERREIRA, 2017). Neste trabalho nós avaliamos a resistência de união, variando dois tipos de tratamento de superfície, propostos pela literatura, para cerâmicas odontológicas: aplicação de ácido hidrófluorídrico (HF) seguido de silano; e aplicação do monobond autocondicionante Etch & Primer.

Para Lima (2018) as cerâmicas são adequadamente tratadas por meio de condicionamento com HF, em concentração e tempo correspondentes ao seu conteúdo cristalino, seguido de silanização. Porém Venturini et al (2015), afirmou que a alteração de superfície provocada pelo HF leva a redução da resistência a flexural, e quanto maior é a concentração maior a irregularidade produzida e conseqüentemente a diminuição da resistência será maior também. Porém, em outro estudo Venturini et al (2015), avaliando o efeito de diferentes concentrações de ácido fluorídrico (HF) no ângulo de contato e na durabilidade da resistência de união da resina à cerâmica feldspática, afirmou que o condicionamento reduz os valores de ângulo de contato, o que resulta em aumento de molhabilidade, promovendo melhor adesão, mas que concentrações muito baixas do HF, promove uma ligação instável. Moura et al (2020) também avaliou se a concentração do HF pode influenciar na resistência, e concluiu que a concentração de 10% apresenta melhores resultados na força de adesão quando comparado à concentração de 5%. Para Ferreira (2017) as cerâmicas PS e.max CAD e de Suprinity não sofrem alteração de propriedades mecânicas quando tratadas com ácido hidrófluorídrico, e que os melhores valores médios de resistência são encontrados no tratamento com 20 segundos, e ainda que essas cerâmicas não devem receber tratamneto com jateamento de oxido de alumínio, porque além não prporcionar ligação eficiente, altera a resistência à flexão das mesmas.

A silanização após o tratamento de superfície com HF parece ser um consenso entre os pesquisadores. Para Brentel et al (2006) a silanização da cerâmica após tratamento de superfície com HF aumenta consideravelmente a resistência de união da peça ao cimento

resinoso. Yano et al (2019), após uma estudo comparando estrutura de cerâmicas reforçadas e cerâmicas com polímeros, afirmou que o efeito da silanização é mais forte nos compósitos, como por exemplo o Enamic, e isso podemos verificar também no nosso estudo, pois os valores médios de resistência de união do grupo Enamic tratado com HF foram mais expressivos do que do Grupo Suprinity, que é uma cerâmica reforçada. Já com relação ao efeito de uma camada de adesivo sobre o silano, Nogueira et al (2020) afirma que não altera a força de ligação, embora ele acredite que avaliação clínica seja necessária para avaliar melhor essa influência. Para Şişmanoğlu et al (2020), a melhor resistência de união é obtida quando ha associação do tratamento de superfície com aplicação de silano. Essa também é a opinião de Maier et al (2019) afirmando que silanização posterior a aplicação do HF 5% melhora significativamente a resistência à tração

Outras formas de tratamento de superfície vêm surgindo como um grande alvo das pesquisas laboratoriais, com objetivo de comparar ao tratamento clássico com HF e silano, buscando resultados que mostrem a mesma resistência de união, mas um ataque mais suave à cerâmica. Neste estudo, foi avaliado o monobond Etch & Prime, e os resultados para cerâmicas reforçadas foi semelhante estatisticamente ao do HF. Para Dapieve et al (2020) o condicionamento com monobond promove desempenho semelhante à fadiga, quando comparado ácido fluorídrico a 5%, porém o aumento do tempo de exposição a esse primer não influencia a resistência de união. Porém, para Dimitriad et al (2020), o Etch & Prime promove uma resistência de união menor nas cerâmicas de dissilicato de lítio quando comparado ao HF com silano, e até mesmo com o próprio monobond usado posteriormente ao tratamento com o ácido, e ainda que a alteração de rugosidade de superfície promovida pelo primer de passo único é significativamente menor do que a dos outros tratamentos comparados.

A longevidade dos tratamentos restauradores realizados com protocolo Monobond passo unico é reafirmada por Souza et al (2020), que após um acompanhamento de caso clínico de 2 anos, verificou eficácia e estabilidade da técnica. Segundo Maier et al (2019) o Etch & Prime promove forças de união médias semelhantes estatisticamente ao HF+silano. Para Murillo-Gomes e Goes (2018), as cerâmicas IPS e.max CAD, IPS Empress CAD e VITA ENAMIC apresentam melhores resultados de resistência de união quando tratadas com o Etch & Prime do que com o HF e silano, e ainda que o monobond promove uma rugosidade de superfície mais suave.

A escolha do agente cimentante é um fator que deve ser levado em consideração quando procuramos uma ligação de união eficiente, pois este pode influenciar a resistência de adesão

da peça ao substrato dental (MAZIOLI, 2017). Neste estudo buscou-se avaliar se o uso de diferentes tipos de cimento, um autocondicionante e outro resinoso convencional, associado a diferentes tipos de tratamentos de superfície, em cerâmicas de composição variada, pode influenciar na resistência ao teste de cisalhamento. O uso do cimento resinoso autocondicionante intriga muitos pesquisadores com relação a sua atuação nos diferentes tecidos dentários. Para Xuan e WANG (2015) o pré-tratamento de dentina com HF traz resultados de resistência de união menos expressivos, quando comparado ao uso de um cimento autocondicionante apenas, para alguns cimentos resinosos, como o G-Cem, Clearfil SA Cement e Unicem. Radovic et al (2008) também acredita que a propriedade adesão no cimento autocondicionante fica comprometida em esmalte, sendo que em dentina seus valores médios de características mecânicas, inclusive a resistência ao cisalhamento são semelhantes aos dos cimentos convencionais. Entretanto estes autores afirmam que é necessário uma avaliação clínica à longo prazo para recomendação geral de seu uso. Já para Souza, Leão Filho e Beatrice (2011), que realizaram uma revisão de literatura sobre essa questão, há uma necessidade ainda de mais estudos que possam comprovar essa instabilidade dos cimentos autoadesivos em um determinado tecido dental, pois, segundo eles, as pesquisas encontradas até hoje são controversas, apresentando resultados não conclusivos ao avaliar a efetividade de união desses cimentos com cimentos resinosos convencionais. Mas para Flor-Ribeiro et al (2017) os cimentos autocondicionantes são sim uma boa alternativa para cimentação de restaurações de dissilicato de lítio, além de promover uma adequada restência de união é um protocolo prático e viável.

Segundo Woo et al (2020) para cerâmicas de dissilicato de lítio não há diferença significativa estatisticamente nos valores médios de união quando utilizados cimento autocondicionante ou convencional, porém, dependendo da disposição de reforço com zircônio, esses valores podem ser mais elevados. No nosso estudo observamos que para a cerâmica Suprinity, que é um silicato de lítio reforçado com zircônio, o uso de diferentes cimentos influenciou na resistência de ligação, independente do tratamento de superfície, sendo que o cimento autocondicionante mostrou melhores resultados. Para Ustun e Ayaz (2020) o tipo de protocolo de cimentação pode variar de acordo com a composição das cerâmicas, sendo assim, nem todo cimento que promove melhores valores de resistência de união para uma cerâmica pode ser o mesmo para outro determinado tipo, que a Suprinity, por exemplo, apresenta melhores resultados de ligação quando condicionada com HF e silano e cimentada com covencional, sem receber termociclagem e Enamic apresenta piores resultados quando recebem o mesmo condicionamento mas com o envelhecimento. E para estes autores,

as cerâmicas Vita Suprinity-VS, Enamic-VE e GC Cerasmart-GC sofrem influência na termociclagem independente do protocolo de cimentação, sendo mais expressivo para tratamento com autocondicionante.

Guedes et al (2008) afirma, a partir de uma pesquisa comparando propriedades mecânicas de cimentos resinosos convencionais com resinoso autocondicionantes, que a resistência à tração diametral dos dois tipos de cimento apresentam-se estatisticamente semelhantes, mas que para resistência compressiva e flexural os cimentos convencionais apresentam valores médios superiores quando comparados ao cimentos autoadesivos.

Para Mazoli (2017) cerâmicas de dissilicato de lítio apresentam melhores resultados de ligação quando cimentadas com o cimento resinoso convencional do que com o autoadesivo, porém, os autores acreditam que a simplicidade da técnica dos autocondicionantes deve ser levada em consideração, pois o risco de falha técnica por parte do operador reduz muito, e essas falhas que na verdade são as maiores causadoras dos insucessos nos tratamentos reabilitadores. Namoratto et al (2013) e Ribeiro et al (2007) corrobora esse pensamento, pois também defende o fato de que a simplicidade da técnica, minimizando erros operacionais, é uma forma mais eficiente de promover um tratamento duradouro.

Esta pesquisa é laboratorial, e o teste escolhido foi o cisalhamento, a partir de uma máquina de ensaio Universal (EMIC). O teste de cisalhamento apresenta algumas críticas na literatura, como a dificuldade de padronização e uma possível revelação de fatores superestimados, baseado no fato que a ruptura pode não acontecer na área mais frágil e sim na área de aplicação da força, isso é o que diz PLACIDO, 2006. Porém para GARCIA, (2002) o método de avaliação da resistência adesiva selecionado é apenas um dos elementos que determinam os resultados observados e o melhor método é aquele que atende aos requisitos dos objetivos do trabalho e, principalmente, das hipóteses levantadas. Para este autor uma metodologia adequada conduz a uma correta avaliação e interpretação dos resultados do teste selecionado. O que levou a escolha desse tipo de teste para a pesquisa em questão, ainda associado as suas características positivas, como ser de relativa fácil execução e ter um uso amplo nas pesquisas in vitro para avaliação de resistência de união.

O envelhecimento térmico pode influenciar nos resultados de teste de resistência de adesão, sendo que a termociclagem traz a amostra pra mais próximo da realidade clínica, uma vez que a coloca em condições térmicas semelhantes as que uma restauração cerâmica cimentada passaria no ambiente bucal. Na literatura encontramos embasamento para esse pensamento com Ustun e Ayaz (2020) que afirmam que o envelhecimento térmico reduz significativamente valores de resistência de união de todos os materiais cerâmicos,

independentemente do procedimento de cimentação. Para Carvalho et al (2018), que avaliou se diferentes números de ciclos altera na ação da termociclagem, o envelhecimento somente em água por diferentes ciclos térmicos variados não influencia na resistência à flexão de uma cerâmica feldspática.

7 CONCLUSÃO

Após análises dos resultados e embasamento na literatura a partir de uma revisão e discussão de autores, pode-se concluir que:

1. Para a cerâmica Enamic houve alteração da resistência de união em razão do tratamento de superfície, do cimento resinoso utilizado e da interação entre os dois. Os melhores valores médios de resistência foram achados para os grupos com tratamento de superfície com HF e silano com os dois tipos de cimento, não apresentando diferença significativa entre si, mas estatisticamente diferentes dos grupos o com tratamento Monobond. E para os grupos com primer autocondicionante, o de cimentação com autoadesivo apresentou valores médios de resistência superiores ao de cimento convencional.
2. Para a cerâmica Vita Mark II também aconteceu alteração da resistência de união em razão do tratamento de superfície, do cimento resinoso utilizado e da interação entre os dois. Os valores médios de resistência de união foram maiores para os grupos de tratamento com HF e silano com os dois tipos de cimento e para o grupo de tratamento com Monobond e cimento autocondicionante, não havendo diferença estatística entre eles, mas deles com o grupo de tratamento Monobond e cimento convencional, que apresentou os menores valores de resistência.
3. Para a Suprinity não ocorreu efeito de interação significativa, apenas alteração da resistência de união em razão do cimento resinoso utilizado. Sendo que os grupos que receberam cimentação com cimento resinoso autocondicionante apresentaram valores médios de resistência de união maiores que os grupos de cimento convencional.
4. A partir de análise de imagens de perfilometria, observando variação de rugosidade provocada por diferentes tratamentos de superfície, para o grupo Enamic, grupo Ácido foi o que apresentou o maior valor médio de rugosidade.
5. Os dois tratamentos de superfície avaliados causam alteração de rugosidade nas superfícies, sendo que, para as três cerâmicas analisadas, o aumento de rugosidade no tratamento com HF é bem mais expressivo que o do Monobond. Este último apresenta imagens em MEV mais próximas do grupo sem tratamento de superfície. E a Vita Mark é a cerâmica que mais alterou sob o efeito do ácido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMOROSO, A. P. et al. CERÂMICAS ODONTOLÓGICAS: PROPRIEDADES, INDICAÇÕES E CONSIDERAÇÕES CLÍNICAS. **Revista Odontológica de Araçatuba**, Araçatuba, v. 33, n. 2, p. 19-25, Não é um mês valido! 2012.

ALBAKRY, M.; GUAZZATO, M.; SWAIN, M.V. Biaxial flexural strength, elastic moduli, and x-ray diffraction characterization of three pressable all-ceramic materials. **J Prosthet Dent**. V.89, p.374-80. 2003.

ALMEIDA, Cláudia Cristina Miranda de Souza. **INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE EM DIFERENTES SUBSTRATOS NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO À CIMENTO RESINOSO AUTOADESIVO**. 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Instituto de Ciência e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos, 2019

ANUSAVICE, K.J.; SHEN C. E RAWLS, H.R. **Philips – Materiais dentários**. Elsevier . Rio de Janeiro, 2013

BELLAN, M.C., et al. Microtensile bond strength of CAD/CAM materials to dentin under different adhesive strategies. **Braz. Oral Res**. v. 31, p.109, 2017.

BERTOLINI, J.C. Hydrofluoric acid: a review of toxicity. **J Emerg Med** . v.10, p.163–168. 1992.

BISPO, L.B. Cerâmicas odontológicas: vantagens e limitações da zircônia. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 72, n. 1-2, 2015.

BOHN, P. V. et al. Cimentos Usados em Prótese Fixa: uma pesquisa com especialistas em prótese de Porto Alegre. **Rev. Fac. Odontol. Porto Alegre**, Porto Alegre, v. 50, n. 3, p. 5-9, set. 2009

BORGES, G.A. et al. Effect of etchig and airborne particle abrasion on the microstructure of different dental ceramics. **J Prosthet Dent**. v. 89(5): 479-88. 2003.

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, dez. 2006.

CARVALHO, R. L. A. et al. Can the silane heat treatment influence the bond durability between resin cements and a dental ceramic? **Rgo - Revista Gaúcha de Odontologia**, [S.L.], v. 68, p. 0-0, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-86372020000012019-0002>

CARVALHO, R. L. A. et al. Effect of thermocycling aging on the flexural strength of feldspathic ceramic. **Brazilian Dental Science**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 315, 1 ago. 2018. Lepidus Tecnologia. <http://dx.doi.org/10.14295/bds.2018.v21i3.1554>.

CONCEIÇÃO, E.N. et al. Restaurações Estéticas: compósitos, cerâmicas e implantes. 10 ed. São Paulo: Ed. Artmed, 2005. Cap. 8, p. 198-217.

DAL PIVA, A. M. O. *et al.* Silica coating followed by heat-treatment of MDP-primer for resin bond stability to yttria-stabilized zirconia polycrystals. **Journal Of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials**, [S.L.], v. 107, n. 1, p. 104-111, 8 mar. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/jbm.b.34100>

DAPIEVE, K. S. et al. One-step ceramic primer as surface conditioner: effect on the load-bearing capacity under fatigue of bonded lithium disilicate ceramic simplified restorations. **Journal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials**, [S.L.], v. 104, p. 103686, abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2020.103686>.

DELLA BONA, A.; ANUSAVICE, K.J.; HOOD, J.A.A. Effect of ceramic surface treatment on tensile bond strength to a resin cement. **Int J Prosthodont.** v.15 (3), p.248-53. 2002.

DIMITRIADI, M. et al. Self-Etch Silane Primer: reactivity and bonding with a lithium disilicate ceramic. **Materials**, v. 13, n. 3, p. 641, 31 jan. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ma13030641>.

ELSAKA S.E.e ELNAGHY A.M. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. **Dent Mater.** v. 32, n. 7, p. 908-14, 2016.

FARIA, R. et al. Efeito da Termociclagem sobre a Resistência de União entre uma Cerâmica e um Cimento Resinoso. **Revista Ibero-Americana de Prótese Clínica & Laboratorial 2004; 6(34):576-81**, v. 346, p. 576-581, 2004.

FIGUEIREDO A. R., CASTRO FILHO A. A., MATUDA F. S.. Cimentação provisória e definitiva. In: Cardoso RJA, Gonçalves EAN (COORD). Oclusão/ATM, Prótese, Prótese sobre implantes e Prótese Bucomaxilofacial. 1ªed. São Paulo: Artes Médicas; 2002. cap. 15

FERREIRA, F.J.R. **Estudo da resistência de união de cimento resinoso à dois tipos de cerâmicas vítreas, caracterização dos padrões de condicionamento e avaliação da resistência à flexão.** 2017. f. 45. Dissertação (Doutorado em Clínica Odontológica , na área de Prótese Dental) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2017.

FLOR-RIBEIRO, M. D. et al. Conservative Substitution of Fractured Ceramic Onlays Using Self-Adhesive Cement: case report. **Journal Of Health Sciences**, [S.L.], v. 21, n. 5, p. 464-469, 20 dez. 2019. Editora e Distribuidora Educacional. <http://dx.doi.org/10.17921/2447-8938.2019v21n5p464-469>.

GARCIA, F. C. P. et al. TESTES MECÂNICOS PARA A AVALIAÇÃO LABORATORIAL DA UNIÃO RESINA/DENTINA. **Rev Fac Odontol Bauru**, Bauru, v. 10(3), p. 118-127, 2002

GERTH, H. U.V. et al. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites—A comparative study. **Dental Materials**, [S.L.], v. 22, n. 10, p. 934-941, out. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2005.10.004>.

GIRAY, F.E., et al. Evaluation of the bond strength of resin cements used to lute ceramics on laser-etched dentin. **Photomed Laser Surg.** v.32, n. 7, p. 413-421, 2014.

GOMES, E.A.; et al. **Cerâmicas odontológicas: o estado atual Cerâmica.** V. 54, p. 319-325. 2008.

GUEDES, L. L. S. et al. Avaliação das propriedades mecânicas de cimentos resinosos convencionais e autocondicionantes. **Revista de Odontologia da Unesp**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 85-89, 2008.

GUESS, P.C.; et al. Allceramic systems: laboratory and clinical performance. **Dent Clin North Am.** v.55(2), p. 333–352. 2011.

GUGELMIN, B. P. et al. Color Stability of Ceramic Veneers Luted With Resin Cements and Pre-Heated Composites: 12 months follow-up. **Brazilian Dental Journal**, [S.L.], v. 31, n. 1, p. 69-77, jan. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0103-6440202002842>.

LIMA, V. P. Tratamentos superficiais de sistemas cerâmicos para união a cimentos resinosos. **Revista da Faculdade de Odontologia - Upf**, Passo Fundo, v. 23, n. 1, p. 91-97, 15 ago. 2018. UPF Editora. <http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v23i1.7876>

MAGNE, P; BELSER, U. Restaurações adesivas de porcelana na dentição anterior: uma abordagem biomimética. **Quintessence.** São Paulo, 2013.

MAIER, E. et al. New Approaches in Bonding to Glass-Ceramic: self-etch glass-ceramic primer and universal adhesives. **The Journal Of Adhesive Dentistry**, [S.L.], v. 21, n. 3, p. 209-217, 7 jun. 2019. Quintessenz Verlags-GmbH. <http://dx.doi.org/10.3290/j.jad.a42546>.

MAZIOLI, C. G. Shear bond strenght between different resinous cements and lithium disilicate ceramic. **Rev Odontol UNESP.** May-June; 46(3): 174-178. 2017

MENDONÇA, A.F., et al. Microstructural and Mechanical Characterization of CAD/CAM Materials for Monolithic Dental Restorations. **Int J Prosthodont** . V. 0, p. 1–8, 2018.

MIRANDA C. et al. Avaliação das Propriedades Mecânicas de Cimentos Resinosos de Dupla Ativação. **Rev. Iberoamericana de Prótese Clínica e Laboratorial.** 7(35), p. 57-65, 2005.

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**, São Paulo, v. 34, n. 0, p. 01-02, mar. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0018>

MURILLO-GÓMEZ, F.; GOES, M. F. Bonding effectiveness of tooth-colored materials to resin cement provided by self-etching silane primer after short- and long-term storage. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**, [S.L.], v. 121, n. 4, p. 713-713, abr. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.12.018>

NAMORATTO, L. R. et al. Cimentação em cerâmicas: evolução dos procedimentos convencionais e adesivos. **Rev. Bras. Odontol. Jul./dez. 2013**, Rio de Janeiro, v. 70, no. 2, jul. 2013.

NOGUEIRA, I. 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. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**, fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.12.005>.

PLACIDO, E. Distribuição de tensões em teste de cisalhamento e micro-cisalhamento mediante análise de elementos finitos [Tese de Doutorado]. São Paulo: Faculdade de odontologia da USP; 2006.

RADOVIC, I. et al. Self-adhesive resin cements: a literature review. **J Adhes Dent .**, v. 10, n. 4, p. 251-258, ago. 2008.

RAPOSO, A.H.L., et al. Restaurações totalmente cerâmicas: características, aplicações clínicas e longevidade. **Pro-odonto prótese e dentística**. ciclo 6 , volume 2, p. 9-74, 2012.

Ribeiro C. M. B. et al. Cimentação em prótese: procedimentos convencionais e adesivos. **International Journal of Dentistry**, Recife, 6(2):58-62 ABR / JUN 2007

RIQUIERI, H., et al. Impact of crystallization firing process on the microstructure and flexural strength of zirconia-reinforced lithium silicate glass-ceramics. **Dent Mater.** v. 34, p.1483-1491, 2018.

ŞİŞMANOĞLU, S. et al. Effect of surface treatments and universal adhesive application on the microshear bond strength of CAD/CAM materials. **The Journal Of Advanced Prosthodontics**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 22-32, 2020. The Korean Academy of Prosthodontics. <http://dx.doi.org/10.4047/jap.2020.12.1.22>.

SOSTENA, M. M. D. S. et al. Influência da fotopolimerização e termociclagem na adesão de compósitos ortodônticos. **Rev. Bras. Odontol.**, Rio de Janeiro, v. 71, n. 1, p. 93-98, 2014

SOUZA, T. R.; LEÃO FILHO, J. C. B.; BEATRICE, L. C. S.. **Cimentos auto-adesivos: eficácias e controvérsias**. 2011. Revista Dentística on line – ano 10, número 21. Disponível em: www.gbpd.com.br. Acesso em: abr. 2011

SOUZA, R. et al. Two-year Follow-up of Ceramic Veneers and a Full Crown Treated With Self-etching Ceramic Primer: a case report. **Operative Dentistry**, [S.L.], p. 000-000, 13 fev. 2020. Operative Dentistry. <http://dx.doi.org/10.2341/19-090-r>.

SOUZA JUNIOR, A. R. **Efeito dos processos de cristalização nas propriedades mecânicas e morfologia do sistema cerâmico de dissilicato de lítio**. 2014. 60 f. Tese (Doutorado) - Curso de Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

STRASSER, T., et al. Roughness, surface energy, and superficial damages of CAD/CAM materials after surface treatment. **Clin Oral Invest**. 2018.

TAVARES, L. N.. Microstructural and mechanical analysis of two CAD-CAM lithium disilicate glass-reinforced ceramics. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 34, jan. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1807-3107bor-2020.vol34.0004>

TSUJIMOTO, A., et al. Interfacial characteristics and bond durability of universal adhesive to various substrates. **Oper. Dent**. V. 42, n. 2, p.59–70, 2017.

USTUN, S.; AYAZ, E. A. Effect of different cement systems and aging on the bond strength of chairside CAD-CAM ceramics. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**, [S.L.], fev. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.11.025>.

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**, [S.L.], v. 48, p. 241-248, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2015.03.025>

VENTURINI, A.B. et al. Effect of Hydrofluoric Acid Concentration on Resin Adhesion to a Feldspathic Ceramic. **The Journal Of Adhesive Dentistry**, [S.L.], v. 17, n. 4, p. 313-320, 20 ago. 2015. Quintessence Publishing Co. Ltd.. <http://dx.doi.org/10.3290/j.jad.a34592>.

XIAOPING, L.; DONGFENG, R.; SILIKAS, N. Effect of etching time and resin bond on the flexural strength of IPS e.max Press glass ceramic. **Dent Mater**. v. 30(12), p.330-6. 2014.

XUAN, Gui-Hong e WANG, Hai-hua. [The effect of acid etching on bond strength of different self-adhesive resin cements to dentin]. **Shanghai Kou Qiang Yi Xue**, v. 24, n. 3, p. 302-306, jun. 2015.

WENDLER, M., et al. Chairside CAD/CAM materials. Part 2: Flexural strength testing. **Dent Mater**. v. 33, p. 99–109, 2017.

WOO, E. S. et al. In vitro shear bond strength of 2 resin cements to zirconia and lithium disilicate: an in vitro study. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**, [S.L.], abr. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.02.020>.

YANO, H. T. et al. Correlation between microstructure of CAD/CAM composites and the silanization effect on adhesive bonding. **Journal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials**, v. 101, jan. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jmbbm.2019.103441>.

