

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA PRÓ
REITORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA – MESTRADO ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO: CLÍNICA INTEGRADA

BRUNA HILGEMBERG

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO PROTOCOLO ADESIVO NA RESISTÊNCIA
DE UNIÃO DE CIMENTOS RESINOSOS EM COMPÓSITOS CAD/CAM**

PONTA GROSSA
2018

BRUNA HILGEMBERG

**AVALIAÇÃO DO EFEITO DO PROTOCOLO ADESIVO NA RESISTÊNCIA
DE UNIÃO DE CIMENTOS RESINOSOS EM COMPÓSITOS CAD/CAM**

Dissertação apresentada como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Odontologia na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no curso de Mestrado em Odontologia – Odontologia - Área de concentração Clínica Integrada.

Orientador Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais

Co-orientador Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio

PONTA GROSSA
2018

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

Hilgemberg, Bruna
H644 Avaliação do efeito de diferentes
 tratamentos de superfície na resistência
 de união de cimentos resinosos em
 compósitos CAD/CAM/ Bruna Hilgemberg.
 Ponta Grossa, 2018.
 53f.

 Dissertação (Mestrado em Odontologia -
 Área de Concentração: Clínica Integrada),
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientador: Prof. Dr. Cesar Augusto
 Galvão Arrais.
 Coorientador: Prof. Dr. Alessandro
 Dourado Loguercio.

 1.Cimentação. 2.Adesivos dentinários.
 3.CAD-CAM. I.Arrais, Cesar Augusto Galvão.
 II. Loguercio, Alessandro Dourado. III.
 Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Mestrado em Odontologia. IV. T.

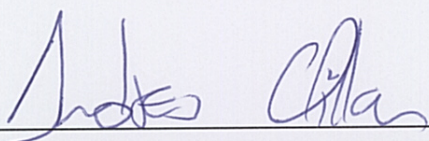
CDD: 617.6

BRUNA HILGEMBERG

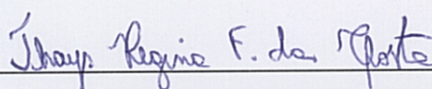
Avaliação do efeito de diferentes protocolos adesivos na resistência de união de cimentos resinosos em compósitos cad/cam.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto sensu em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Dentística Restauradora, linha de pesquisa de Propriedades Físico-Químicas e Biológicas dos Materiais.

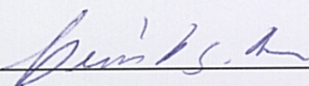
Ponta Grossa, 22 de fevereiro de 2018.



Prof. Dr. Andrés Felipe Millan Cardenas
UNICEUMA



Profª. Drª. Thays Regina Ferreira da Costa
Universidade Federal do Paraná



Prof. Dr. César Augusto Galvão Arrais
Universidade Estadual de Ponta Grossa

DADOS CURRICULARES

BRUNA HILGEMBERG

NASCIMENTO	07-08-1992 Ponta Grossa – Paraná – Brasil.
FILIAÇÃO	Arion José Mendes Hilgemberg Solange Regiane Hilgemberg
2011/2015	Curso de Graduação em Odontologia. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR – Brasil.
2015/2018	Curso de Pós-Graduação em Odontologia. Área de Concentração Clínica Integrada. Nível Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). Ponta Grossa – PR – Brasil.

*Dedico essa dissertação ao meu pai **Arion** e à minha mãe **Solange**. Pelo apoio e amor irrestrito e por terem me dado a melhor oportunidade que poderia ter, os estudos.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a **Deus**, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, por ser meu guia, por ter me dado coragem de questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades e ainda, por colocar sempre pessoas especiais em minha vida.

A **Universidade Estadual de Ponta Grossa**, pelas oportunidades maravilhosas desde a realização da minha graduação e do meu curso de Mestrado.

Ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Estadual de Ponta Grossa**, que me acolheu e tornou possível meu sonho de pesquisadora.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES**, pela bolsa de estudos durante meu curso de Mestrado.

Aos meus pais **Arion** e **Solange**, pela capacidade de acreditar e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada.

Ao meu irmão **Junior**, pelo companheirismo, amizade e por me ajudar em todos os momentos.

Ao meu marido **Neto**, que sempre incentivou a realização dos meus trabalhos durante todo o Mestrado e sempre esteve presente nas minhas dificuldades, me dando todo o apoio e amor que precisava.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais**, pela oportunidade de realizar este trabalho ao lado de quem transpira sabedoria, por estar sempre disposto a me ensinar, pela paciência e didática e pela dedicação em me orientar. Muito obrigada!

Ao meu co-orientador **Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio**, pelos ensinamentos, conselhos científicos e por sempre estar disposto a ajudar meu trabalho.

A todos os meus **colegas de turma do Mestrado** e as **amizades** que fiz nessa caminhada, por tornarem meus dias mais alegres.

A um casal de pesquisadores muito queridos **Fabiana** e **Andres**, por me ensinar com muita paciência e dedicação tudo que precisei saber para realizar este trabalho, pelo auxílio direto no laboratório finais de semana e feriados, sem vocês nada disso seria possível. Obrigada por terem cofiado em mim e por terem dedicado seu tempo comigo.

A pesquisadora **Viviane Hass**, por todo o auxílio durante meu Mestrado, pelos conhecimentos passados com muito carinho, pelos finais de semana de dedicação ao meu trabalho na Universidade Estadual de Ponta Grossa, por sanar minhas dúvidas, sempre que precisava.

A amiga doutoranda **Adrieli Burey**, por tanto carinho e dedicação, por toda a atenção e prontidão ao me ajudar com as fotos do meu trabalho, sou muito agradecida.

Aos **Professores da Área de Clínica Integrada**, pelos ensinamentos teóricos e práticos que contribuíram com meu crescimento profissional.

Ao **Prof. Dr. Cesar Augusto Galvão Arrais**, **Prof. Dr. Alessandro Dourado Loguercio**, **Profª. Drª. Alessandra Reis**, **Profª. Drª. Stella Kossatz**, **Profª. Drª. Vânia**

Queiroz e Prof^a. Dr^a. Giovana Mongruel Gomes, pela oportunidade de realizar estágio na Disciplina de Dentística Pré-Clínica, muito obrigada por compartilharem comigo seus ensinamentos e sabedoria.

Ao Laboratório de Prótese Rogalla, meu muito obrigada, pois graças ao proprietário, **Celso Rogalla**, consegui realizar a parte experimental desse trabalho, pois dependia de sua máquina, que estava sempre a minha disposição.

A **Bianca**, secretária da pós-graduação, que sempre tirou minhas dúvidas e sempre esteve disposta em ajudar, muito atenciosa e competente.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta participaram de mais essa etapa em minha vida.

“Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.”

(Aldo Novak)

HILGEMBERG, H. **Avaliação do efeito de diferentes tratamentos de superfície na resistência de união de cimentos resinosos em compósitos CAD/CAM.** Dissertação (Mestrado em Odontologia - Clínica Integrada). Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2018.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes protocolos adesivos na resistência de união de diferentes compósitos CAD/CAM por meio do teste de microcisalhamento (μ SBS). Para esse experimento, três tipos de compósitos CAD/CAM foram utilizados: 1) [Lava™ Ultimate CAD/CAM Restorative (3M ESPE) - LU], 2) [Brava block CAD/CAM (FGM)- BR] e 3) [Vita Enamic (Vita Zanhfabrik) - VE]. Quarenta e cinco seções retangulares ($10 \times 10 \times 6$ mm) de compósitos CAD/CAM foram utilizados para a avaliação de microcisalhamento, esses blocos foram distribuídos de acordo com as variáveis: Compósitos CAD/CAM (1- LU, 2-BR, 3- VE) vs. sistema de cimentação [1- Prime & Bond Elect (PBE) + Enforce, 2- Scotch Bond Universal (SBU) + Rely X Ultimate, 3- Ambar Universal (AU) + All cem, 4- Silano sem MDP + Enforce, 5- Silano sem MDP + Rely X Ultimate, 6- Silano sem MDP + All Cem, 7- Silano com MDP + Enforce, 8- Silano com MDP + Rely X Ultimate, 9- Silano com MDP + All cem], resultando em 27 grupos experimentais. O sistema adesivo foi aplicado e matrizes de Tygon foram preenchidas com cimento resinoso e fotoativadas. Os espécimes foram armazenados em água (37°C por 24h) e submetidos ao teste de μ SBS, seus resultados foram submetidos ao teste de ANOVA 2-fatores seguido pelo teste de Bonferroni, $\alpha = 5\%$). Quinze seções retangulares adicionais foram avaliados em Microscopia eletrônica de varredura (MEV/EDS) para a análise da morfologia e composição após tratamento de superfície conforme recomendação de cada fabricante. Para os três cimentos utilizados, maiores valores de μ SBS foram observados na superfície VE, seguido do LU e do BR respectivamente. A diferença significativa entre os sistemas de cimentação foi observada apenas no compósito VE, que apresentou maiores valores de μ SBS, com exceção dos grupos silano com MDP + All Cem, silano sem MDP + Rely X Ultimate e SBU + Rely X Ultimate. Foi encontrado para todos os grupos, pouca ou nenhuma porcentagem de falha coesiva em cimento, maior porcentagem de falha adesiva/mista, com exceção dos grupos VE/AU e VE/silano com MDP/All Cem, VE/silano sem MDP e VE/SBU/Rely X Ultimate e VE/AU e VE/silano com MDP/ Enforce, em que foi encontrado maior porcentagem de falha coesiva em compósitos CAD/CAM. Todos os compósitos apresentaram irregularidades após o tratamento de superfície na análise de MEV, porém maior irregularidade foi observada na superfície do VE, seguido do LU e do BR respectivamente. A análise por EDS, confirmou a composição de cada compósito CAD/CAM e após o tratamento de superfície, houve diminuição da porcentagem de sílica e zircônia apenas para LU. Pode-se concluir que a efetividade do protocolo de cimentação está relacionada ao tipo de compósito CAD/CAM e suas diferentes composições e que independente do protocolo de cimentação, o VE apresentou os melhores valores de resistência ao microcisalhamento em comparação aos outros compósitos CAD/CAM avaliados.

Palavras-chave: Cimentação; Adesivos Dentinários; CAD-CAM.

HILGEMBERG, H. **Evaluation of the effect of different surface treatments on bond strength of resin cements in CAD / CAM composites.** Dissertação (Mestrado em Odontologia - Clínica Integrada). Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2018.

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of different adhesive protocols on the bond strength of different CAD / CAM composites by means of the micro-shear test (μ SBS). For this experiment, three types of CAD / CAM composites were used: 1) [Lava TM Ultimate CAD / CAM Restorative (3M ESPE) - LU], 2) [Brava block CAD / CAM (FGM) Vita Enamic (Vita Zanhfabrik) - VE]. Forty-five rectangular sections (10 × 10 × 6 mm) of CAD / CAM composites were used for the evaluation of micro-shear, these blocks were distributed according to the following variables: CAD / CAM composites (1 LU, 2-BR, 3 - VE) vs. (1) Prime & Bond Elect (PBE) + Enforce, 2- Scotch Bond Universal (SBU) + Rely X Ultimate, 3- Ambar Universal + All Cem, 4- Silane without MDP + Enforce, 5- Silane without MDP + Rely X Ultimate, 6- Silane without MDP + All Cem, 7- Silane with MDP + Enforce, 8- Silane with MDP + Rely X Ultimate, 9- Silane with MDP + All Cem], resulting in 27 experimental groups. The adhesive system was applied and Tygon matrices were filled with resin cement and photoactivated. The specimens were stored in water (37 ° C for 24h) and submitted to the μ SBS test, their results were submitted to the 2-factor ANOVA test followed by the Bonferroni test, $\alpha = 5\%$). Fifteen additional rectangular sections were evaluated in Scanning Electron Microscopy (SEM / EDS) for analysis of morphology and composition after surface treatment as recommended by each manufacturer. For the three cements used, higher values of μ SBS were observed on the VE surface, followed by LU and BR respectively. The significant difference between the cementation systems was observed only in the composite VE, which presented higher values of μ SBS, except for the silane groups with MDP + All Cem, silane without MDP + Rely X Ultimate and SBU + Rely X Ultimate. A higher percentage of adhesive / mixed failure was found for all groups, except for the VE / AU and VE / silane groups with MDP / All Cem, VE / silane without MDP and VE / SBU / Rely X Ultimate and VE / AU and VE / silane with MDP / Enforce, in which a higher percentage of cohesive failure was found in CAD / CAM composites. All the composites presented irregularities after the surface treatment in the SEM analysis, but greater irregularity was observed on the surface of the VE, followed by the LU and the BR respectively. The EDS analysis confirmed the composition of each CAD / CAM composite and after the surface treatment, the percentage of silica and zirconia was reduced only for LU. It can be concluded that the effectiveness of the cementation protocol is related to the type of CAD / CAM composite and its different compositions and that regardless of the cementation protocol, the VE presented the best values of micro-shear strength compared to other CAD / CAM composites evaluated.

Keywords: Cementation; Dentin-Bonding Agents; CAD-CAM.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1.	Desenho experimental.....	27
FIGURA 2.	Matrizes de PVC, blocos de compósitos CAD/CAM cortados em dimensões iguais e bloco de compósito CAD/CAM embutido.....	31
FIGURA 3.	Tygons posicionados na superfície do compósito CAD/CAM e cimento sendo inserido no interior dos tygons.....	32
FIGURA 4.	Amostras de cimentos após remoção dos tygons.....	33
FIGURA 5.	Compósito CAD/CAM posicionado para teste de microcissalhamento com o fio ortodôntico ajustado exatamente na interface compósito CAD/CAM e cimento resinoso.....	33
QUADRO 1.	Descrição dos materiais, fabricantes, composições e indicação dos compósitos CAD/CAM.....	27
QUADRO 2.	Descrição dos materiais, fabricantes, composições, modo de aplicação e indicação dos materiais utilizados nesse estudo.....	28
QUADRO 3.	Imagens obtidas pelo MEV das superfícies sem tratamento e após o tratamento da superfície para o grupo experimental Brava Block (BR).....	39
QUADRO 4.	Imagens obtidas pelo MEV das superfícies sem tratamento e após o tratamento da superfície para o grupo experimental Lava Ultimate (LU).....	40
QUADRO 5.	Imagens obtidas pelo MEV das superfícies sem tratamento e após o tratamento da superfície para o grupo experimental Vita Enamic (VE).....	40
GRÁFICO 1.	Valores em porcentagem do padrão de fratura (PF) dos grupos Ambar Universal, Silano sem MDP e Silano com MDP e o cimento All Cem. Na seguinte ordem: falha coesiva em cimento, falha coesiva em compósito CAD/CAM e falha adesiva / mista.....	38
GRÁFICO 2.	Valores em porcentagem do padrão de fratura (PF) dos grupos Scotch Bond Universal, Silano sem MDP e Silano com MDP e o cimento Rely X Ultimate. Na seguinte ordem: falha coesiva em cimento, falha coesiva em compósito CAD/CAM e falha adesiva / mista.....	38
GRÁFICO 3.	Valores em porcentagem do padrão de fratura (PF) dos grupos Prime & Bond Universal, Silano sem MDP e Silano com MDP e o cimento Enforce. Na seguinte ordem: falha coesiva em cimento, falha coesiva em compósito CAD/CAM e falha adesiva / mista.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Médias e desvio-padrão dos valores de resistência de união (Mpa) com o cimento All Cem para os grupos experimentais.....	36
TABELA 2. Médias e desvio-padrão dos valores de resistência de união (Mpa) com o cimento Rely X Ultimate para os grupos experimentais.....	37
TABELA 3. Médias e desvio-padrão dos valores de resistência de união (Mpa) com o cimento Enforce para os grupos experimentais.....	37
TABELA 4. Análise por EDS das superfícies dos compósitos CAD/CAM não tratadas.....	42
TABELA 5. Análise por EDS das superfícies dos compósitos CAD/CAM após os tratamentos de superfície.....	42

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

µm	Micrômetro
10-MDP	10 metacriloodecil dihidrogenio fosfato
Al	Alumínio
AU	Ambar Universal
Ba	Bário
BR	Brava Block
BDMA	Butanodiol dimetacrilato
BHT	Butil etil fenol
Bis HEMA	Bisfenol hidroximetil metacrilato
BisGMA	Bisfenol glicidil metacrilato
CAD	Computer-aided design (desenho assistido por computador)
CAM	Computer-aided manufacturing (manufatura assistida por computador)
cm	Centímetro
EDAB	Dimetilamino benzoato
EDS	Energia dispersiva de raio-x
K	Potássio
LED	Diodo emissor de luz
LU	Lava Ultimate
MEV	Microscópio eletrônico de varredura
mm	Milímetro
Mpa	Mega Pascais
Mw/cm ²	Miliwatts por centímetro quadrado
Na	Sódio
Nm	Nanômetro
O	Oxigênio
PBE	Prime & Bond Elect Universal
PENTA	Monofosfato de dipentaeritritol penta acrilato
PF	Padrão de fratura
PVC	Policloreto de Polivinila
RU	Resistência de união
SBU	Scotchbond Universal
Si	Sílica
TEGDMA	Trietilenoglicil dimetacrilato
TEGMA	Trietilenoglicil metacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
VE	Vita Enamic
Zr	Zircônia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
3. PROPOSIÇÃO	26
3.1 Proposição geral	26
3.2 Proposições específicas	26
4. MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1 Desenho experimental.....	31
4.2 Preparo dos espécimes.....	27
4.3 Teste de resistência de união por microcisalhamento (μ SBS).....	31
4.4 Padrão de fratura (PF).....	34
4.5 Análise por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).....	34
4.6 Espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (EDS).....	34
4.7 Análise estatística	34
5. RESULTADOS	36
4.8 Resistência de união por microcisalhamento (μ SBS).....	36
4.9 Padrão de fratura (PF).....	37
4.10 Microscopia Eletrônica por Varredura das superfícies (MEV).....	39
4.11 Espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (EDS).....	41
5. DISCUSSÃO	43
6. CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as restaurações indiretas têm sido amplamente utilizadas nos casos de destruição coronária. Com este tipo de procedimento, o cirurgião-dentista consegue devolver a forma, a estética e a função principalmente em casos de perda considerável da estrutura dental. Concomitantemente, este tipo de restauração confere proteção ao remanescente dental, restabelecendo sua resistência para que seja capaz de suportar todo o esforço mastigatório (Shembish¹ et al. 2016; Souto² et al. 2010; Rocca³ et al. 2016). Além disso, estes materiais vêm mostrando taxas de sobrevivência aceitáveis, pois superam as falhas da resina composta, já que não sofrem a contração de polimerização e possuem características mecânicas superiores (Kassotakis⁴ et al. 2015; Goujat⁵ et al. 2017; Awada, Nathanson⁶ 2015).

O sucesso clínico com as restaurações indiretas depende da escolha do material e da qualidade da adesão à estrutura dental remanescente, uma vez que a composição desses materiais pode influenciar nas propriedades mecânicas e na adesividade ao substrato dentário (Damanhoury, Gaintantzopoulou⁷ 2017). Desta forma, a adesão de restaurações indiretas à estrutura dentária somada a escolha do material são os principais fatores que contribuem para a longevidade e comportamento clínico da restauração (Ghani et al.⁸ 2015; Kassotakis et al.⁴ 2015; Nagas et al.⁹ 2016).

A adesão dessas restaurações com o remanescente dental pode contar com diferentes agentes de união, dentre eles os adesivos universais e os silanos, a fim de aumentar a qualidade da interface adesiva (Lee¹⁰ 2017). Os silanos são moléculas anfóteras, ou seja, possuem dois grupamentos funcionais, um deles se liga à hidroxila da porção inorgânica do material e o outro à matriz orgânica (Nihei¹¹ 2016; Matinlinna, Lung, Tsoi¹² 2017). Já os adesivos são agentes de união que são conhecidos com o conceito “tudo em um” ou “adesivos multimodo”, que permitem ser aplicados à superfície dentária, peças cerâmicas, metálicas ou resinosas e além disso, podem ser aplicados com a técnica convencional ou autocondicionante (Rosa¹³ 2015).

Tanto os adesivos, como os silanos podem conter moléculas como as de 10-di-hidrogenofosfato de metacrilóxidecilo (MDP) ou ainda moléculas como as de fosfato penta-acrilato de dipentaeritritol (PENTA), que pode favorecer a resistência de união aos materiais restauradores indiretos (Lee¹⁰ 2017; Nihei¹¹ 2016). Além disso, alguns adesivos universais também podem conter silano na sua composição, como o Scotch Bond Universal (3M ESPE) e o Clearfil Universal Bond (Kuraray Noritake Dental, Tokyo,

Japan) propondo maior adesão à cerâmicas vítreas ou resinas compostas, porém pouco se sabe sobre a eficiência de adesão desses adesivos à longo prazo, comparados com os tratamentos utilizando o silano e o adesivo separadamente (Yoshihara et al.¹⁴ 2016; Lee¹⁰ 2017).

Dentre os materiais restauradores indiretos se destacam os sistemas cerâmicos, como as feldspáticas que são compostas de uma matriz vítrea com sílica e óxidos, além de corantes somados a núcleos cristalinos que conferem resistência ao material ou como as cerâmicas reforçadas, que possuem além de sílica e óxido, cristais como de leucita, dissilicato de lítio, ou ainda cristais zircônia, tornando a cerâmica mais resistente, ambas com excelentes propriedades (Koizumi et al.¹⁵ 2015). No entanto, outros estudos como o de Awada e Nathanson⁶ (2015) e Goujat et al.⁵ (2017) citam que a abrasividade desses materiais à estrutura dental antagonista é um fator preocupante, além da alta friabilidade desses materiais, podendo produzir falhas nas restaurações com os materiais indiretos.

Por outro lado, existem também as restaurações indiretas realizadas com resinas laboratoriais, apresentando diferentes tamanhos e formas de partículas de enchimento inorgânico que são fabricadas e polimerizadas fora da boca e, portanto a contração de polimerização ocorre fora da cavidade oral, obtendo melhores características mecânicas e físicas (Shembish et al.¹ 2016; Rocca et al.³ 2016).

Mais recentemente, além dos materiais citados, surgiram no mercado odontológico as cerâmicas híbridas (Koizumi et al.¹⁵ 2015; Güngör et al.¹⁶ 2016). Este novo tipo de material caracteriza-se como um material de cerâmica e polímero ou ainda como compósitos CAD/CAM. Esse material é constituído por uma subestrutura de cerâmica infiltrada por um compósito resinoso. Desta forma, estudos como os de Swain et al.¹⁷ (2016) e de Bottino et al.¹⁸ (2015), mostraram que esses materiais têm propriedades melhoradas, pois combinam aspectos positivos tanto da resina, que são boas propriedades mecânicas, aumento da flexão e menor abrasão dos dentes antagonistas, quanto da cerâmica, como durabilidade e estabilidade de cor, resultando em um material de baixa fragilidade, ótima usinabilidade, estética e estabilidade de forma, permitindo uma moagem realizada em um tempo mais curto (Spitznagel et al.¹⁹ 2014). Esses materiais são produzidos sob condições industriais como alta pressão e temperatura, fazendo com que tenham uma estrutura interna bem homogênea, oferecendo várias vantagens e por isso podem ser utilizados em espessuras menores do que outros materiais cerâmicos, ou seja, com indicação para facetas e laminados. Exemplos dessa classe de material existentes no mercado, são o Vita Enamic, o Lava Ultimate e o Brava

Block (Spitznagel et al.¹⁹ 2014; Awada, Nathanson⁶ 2015; Stawarczyk et al.²⁰ 2016; Goujat et al.⁵ 2017).

Esses materiais foram aprovados em 2014, como materiais seguros (Koizumi et al.¹⁵ 2015), conseguem alta estética, devido à baixas taxas de descoloração, são materiais resistentes à fratura e apresentam um maior enchimento e volume, e com isso possuem excelentes características (Lieberman,²¹ 2016; Goujat et al.⁵ 2017). Porém não são indicados para casos de cavidades muito extensas incluindo prótese com mais de um elemento, já que são passíveis de descolagem, como ainda não existe um protocolo de cimentação ideal (Raj et al.²² 2007). E, além disso, outra desvantagem é o custo, já que depende do sistema CAD/CAM (computer-aided-design/computer-aided-manufacturing) (Williams,²³ 2006).

Diante das características peculiares da composição destes materiais, muitas questões têm surgido com relação aos métodos de tratamento de superfície e sistemas de cimentação utilizados na cimentação das restaurações indiretas utilizando compósitos CAD/CAM, pois como esses materiais são novos, possuem composição e estrutura química diferente, fica a dúvida se seriam eficientes os mesmos protocolos de cimentação utilizados em resina composta, em resinas laboratoriais ou em cerâmicas. O estudo de Kassotakis et al.⁴ (2015) observou melhores valores de adesão na superfície destes materiais quando as superfícies foram jateadas. Outros estudos demonstraram que a aplicação de ácido fluorídrico seguida pela aplicação de silano resultava em maiores valores de adesão na superfície. Diante disso, fica evidente a controvérsia sobre qual é o melhor protocolo de cimentação para esse novo material de compósitos CAD/CAM (Goujat et al.⁵ 2017). Além disso, uma vez que não existem muitos estudos abordando protocolos de cimentação que obtiveram melhores resultados nesses materiais, não está claro quanto à importância da aplicação do agente silano ou a efetividade de sistemas adesivos universais pode proporcionar resultados de resistência de união satisfatórios nesses novos materiais (Ghani et al.⁸ 2015) (Park et al.²⁴ 2015).

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de diferentes protocolos de cimentação na resistência de união de diferentes compósitos CAD/CAM por meio do teste de microcisalhamento (μ SBS) e microscopia eletrônica de varredura associada à análise de energia dispersiva de raios-X (MEV/EDS). Mais especificamente, o presente estudo avaliou se o tipo de sistema de cimentação de diferentes marcas comerciais incluindo sistemas adesivos universais e silanos contendo ou não 10-MDP

influenciaria na resistência de união entre os diferentes compósitos CAD/CAM. A hipótese nula é que não há diferença significativa entre a aplicação de sistemas adesivos universais e silanos na resistência de união dos diferentes compósitos CAD/CAM.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Desde que o BisGMA foi introduzido na odontologia, em 1962 por Bowen e que as tecnologias vêm sendo inseridas no mercado odontológico, os compósitos vêm evoluindo. Assim como a resina composta indireta, também chamada de resinas laboratoriais, que foram introduzidas com o intuito de resolver o problema da contração de polimerização das resinas compostas diretas e a expectativa de se tornar um material com características mecânicas melhoradas (Raj et al.²² 2007; Nandini²⁵ 2010). Esses materiais se mostraram inferiores às cerâmicas quanto à resistência, porém em determinadas situações clínicas, podem ser mais indicadas, como nos casos de restaurações sobre implantes em pacientes com doença periodontal, pois são capazes de absorver mais as forças e o estresse da mastigação e dessa forma, não transmitem essas forças ao implante e o mesmo não é perdido (Nandini²⁵ 2010).

As inúmeras resinas laboratoriais foram uma opção para complementar a utilização de cerâmicas odontológicas. Em 1980, Touati e Morman introduziram a primeira geração de resinas compostas indiretas para a utilização em inlays e onlays, conhecidos no mercado como Dentacolor® (Kulzer SR) e o Isosit® (Ivoclar) (Leinfelder, Terry²⁶ 2006). Esses materiais possuíam composição idêntica à de resinas compostas diretas sendo compostas de micropartículas, porém além da fotopolimerização convencional, foi adicionada uma polimerização secundária, a partir de uma luz extra-oral ou por calor de um forno (Leinfelder, Terry²⁶ 2006).

A primeira geração de resinas compostas indiretas gerou grande expectativa, estudos comprovaram que seu grau de conversão aumentou de 6 a 44%, além de boa união química ao metal utilizando sistemas de cimentação adesiva e aumento da resistência à flexão e elasticidade, porém logo demonstraram suas limitações, devido a deficiente ligação entre a matriz orgânica e as cargas inorgânicas, ou seja, apresentando desvantagens como a rápida descoloração e desgaste, além de fraturas extensas de margens e cúspides (Nandini²⁵ 2010). Isso fez com que esse material desse lugar à outros, pois continuou frágil e com possibilidade de fratura (Garcia et al.²⁷ 2006).

Após as resinas compostas indiretas entrarem em desuso, iniciou-se a utilização de porcelana como material de escolha para restaurações indiretas, porém esse material também apresentou limitações como a abrasividade, friabilidade e a

difficuldade de realizar reparos (Garcia et al.²⁷ 2006). Com isso, as empresas se dedicaram para criar um material composto novamente de resina para utilizar em restaurações indiretas e desse modo elaboraram um material com características melhoradas em comparação com as resinas compostas laboratoriais de primeira geração (Nandini²⁵ 2010).

Por isso em 1990, essas resinas compostas indiretas sofreram algumas alterações, ou seja, foram aprimoradas (Hirata, Mazetto, Yao²⁸ 2000). Foi melhorada sua estrutura e composição, pois houve um aumento do teor de carga inorgânica e redução do tamanho do material de enchimento, porém aumento do volume de enchimento (Peixoto et al.²⁹ 2007). Enquanto as resinas indiretas da primeira geração eram preenchidas por micropartículas e por isso apresentavam baixo módulo de elasticidade, essas foram compostas de partículas microhíbridas. Além disso, a técnica de polimerização também foi melhorada, sendo utilizado um sistema de pós polimerização, envolvendo condições de calor, de vácuo, de pressão, e de um ambiente isento de oxigênio, condições que facilitam a conversão dos monômeros. Essa classe de materiais ficou conhecida como resinas indiretas da segunda geração, ou cerômeros (Ceramic Optimized Polymer). São resinas compostas microhíbridas com partículas inorgânicas cerâmicas em cerca de 60 a 70 % em volume e possuindo, portanto maior resistência ao desgaste e menor descoloração, maior estética, baixa condutividade, biocompatibilidade, facilidade na realização de reparos, além de menor contração de polimerização e consequente menor sensibilidade pós-operatória, já que houve redução da quantidade de matriz orgânica (Peixoto et al.²⁹ 2007) (Hirata, Mazetto, Yao²⁸ 2000).

Como exemplos dessa classe de materiais (resinas indiretas de segunda geração), classificados como resinas indiretas intermediárias, existem os sistemas Zeta (Vita), Resilab (Wilcos) e Sinfony (3M Espe), porém entre suas desvantagens, estava o custo, a instabilidade de coloração permanecia, mesmo que menor, quando comparados às resinas indiretas da primeira geração e a menor resistência à fratura, comparados às cerâmicas (Garcia et al.²⁷ 2006).

O estudo clínico de Manhart et al.³⁰ (2010) detectou a necessidade de substituição imediata em cerca de 4 à 7% de restaurações cimentadas por um grupo de operadores estudentis, utilizando resinas laboratoriais, devido a fraturas e fendas marginais e um fracasso de 3 à 5% após um ano de acompanhamento. Ele conclui que apesar de essas

restaurações terem sido cimentadas por um grupo de operadores inexperientes, a taxa de sobrevivência dessas restaurações foram aceitáveis.

Segundo o estudo de Shembish et al.¹ (2016), as restaurações indiretas de resina também demonstraram uma longevidade aceitável, porém não melhor do que restaurações diretas de resina composta. Mangani et al.³¹ (2015) realizou uma revisão de literatura envolvendo 32 artigos sobre a longevidade de restaurações indiretas com resinas laboratoriais e com cerâmicas, os artigos acompanhavam por 5 anos em média e observou que as restaurações indiretas em cerâmicas demonstravam maiores taxas de sucesso, ou seja, apresentaram maior longevidade. Mas concluiu que o sucesso de uma restauração indireta não depende apenas do material de escolha, como do operador e do paciente e cita que os fatores relacionados ao paciente seriam o tamanho, localização da restauração, hábitos, carga de mastigação e higiene bucal. Já os fatores relacionados ao operador seriam a elaboração e passos clínicos até a cimentação da restauração indireta.

Hirata, Mazetto, Yao²⁸ (2000), relataram que estudos com controles posteriores utilizando as resinas laboratoriais são necessários, pois como seu tempo de utilização clínica foi curto e existe uma grande variedade dessas resinas laboratoriais com composições e forma de polimerização diferentes, não existem dados concretos da durabilidade dos mesmos.

Como a tecnologia vem expandindo, assim como os softwares e dispositivos de fresagem do CAD/CAM (*computer-aided-design computer aided manufacturing*) que passaram por excelentes melhoras nos últimos 10 anos, o desenvolvimento de novos materiais com diferentes composições e propriedades mecânicas não cessa (Goujat et al.⁵ 2017; Ayres³² et al. 2015).

Recentemente surgiu uma nova classe de materiais para uso indireto no mercado odontológico, sendo conhecidos como um material de cerâmica e polímero, cerâmicas híbridas ou ainda como compósitos CAD/CAM (GOIJAT et al.⁵ 2017). Esse material é constituído por uma subestrutura de cerâmica infiltrada por um compósito resinoso. Seus fabricantes afirmam que esses materiais combinam aspectos positivos da resina composta, que são boas propriedades mecânicas, aumento da flexão e menor abrasão dos dentes antagonistas, quanto da cerâmica, como durabilidade e estabilidade de cor, resultando em um material de baixa

fragilidade, ótima usinabilidade, estética e ótima estabilidade de forma (Awada, Nathanson⁶ 2015; Spitznagel et al.¹⁹ 2014).

Devido à diferenças na composição estrutural desses materiais, o estudo de Goujat et al.⁵ (2017), demonstrou que uma limitação dessa nova classe de materiais pode ser a adaptação marginal, pois o mesmo identificou discrepâncias internas na restauração. Além disso, outra desvantagem desses materiais foi encontrada no estudo de Awada e Nathanson⁶ (2015), o qual apontou outros estudos que identificaram falhas desses materiais, podendo estar ligado com a fragilidade da porção de cerâmica que também compõe esses materiais, somado a desvantagem de desgastes por abrasão dos dentes antagonistas, mesmo que menor abrasão quando comparado aos materiais compostos apenas de cerâmica. Já em seu estudo, mostra valores altos de resistência flexural desses materiais, o que significa que eles têm a capacidade de suportar determinada carga, pois apresentam uma deformação elástica antes da fratura, concordando com o estudo de Shembish et al.¹ (2016), que utilizou um teste de fadiga que deslizava uma coroa sob a outra, esse teste foi realizado com coroas de compósitos CAD/CAM cimentadas em bases de resina como réplicas de dentes e observou que as coroas apresentaram apenas um dano oclusal pequeno após a fadiga (Awada, Nathanson⁶ 2015).

Esses materiais são produzidos sob condições industriais como alta pressão e temperatura, fazendo com que tenham uma estrutura interna bem homogênea, oferecendo várias vantagens e por isso podem ser utilizados em espessuras menores do que outros materiais cerâmicos, ou seja, com indicação para facetas e laminados. Exemplos dessa classe de material existentes no mercado, são o Vita Enamic, o Lava Ultimate (Spitznagel et al.¹⁹ 2014; Awada, Nathanson⁶ 2015; Stawarczyk et al.²⁰ 2016; Goujat et al.⁵ 2017). E mais recentemente incluído no mercado, o Brava Block.

O sistema Lava Ultimate CAD/CAM restaurador é um produto “novo para o mundo”, utiliza tecnologia nanocerâmica e é especificamente chamado de “RNC” (resina nanocerâmica). Esse sistema é composto por nanopartículas cerâmicas não agregadas, micropartículas, que são as nanopartículas aglomeradas, chamadas de nanoclusters, um agente de união, que é um silano, e monômeros (Albero et al.³³ 2015; Ceci et al.³⁴ 2016). Portanto, a arquitetura utilizada nesse sistema restaurador é composta especificamente de 20% de polímero resinoso e 80% de cerâmica, sendo a porção cerâmica formada por nanopartículas de sílica de 20 nanômetros de diâmetro,

nanopartículas de zircônio de 4 à 11 nanômetros (nm) de diâmetro, um agente silano, que serve como agente de união e ativa a ocorrência de ligações químicas na superfície da nanocerâmica permitindo que ela se ligue à matriz resinosa enquanto está sendo fabricada (Ayres³² et al. 2015). Além disso, contém partículas inorgânicas ultrafinas, as chamadas nanoclusters, com aproximadamente 6 à 10 μm , essas são as partículas nanométricas agrupadas com aspecto de cacho de uva. Todas essas partículas (nanométricas ou micrométricas) permitem o enchimento cerâmico (80%), conferindo maior resistência ao desgaste e à fratura. Deste modo, esse sistema não é considerado um composto resinoso e nem uma cerâmica pura, associando ao mesmo tempo uma ótima característica da resina, que é a resistência à fratura e uma ótima característica da cerâmica, que é a estética, além de alta resistência à flexão, à resiliência e a alta durabilidade (Stawarczyk, Krawczuk, Ilie³⁵ 2014).

Além dessas ótimas características, possui benefícios como diminuição do tempo clínico quando comparado à outro material CAD/CAM, possui facilidade no acabamento, ajustes e polimento, fornece grande brilho à restauração, variedade de tons e entre outros benefícios (Bonfante³⁶ et al. 2015; Yoshihara et al.¹⁴ 2016).

O sistema Vita Enamic CAD/CAM é composto de uma cerâmica feldspática reforçada e infundida com 14% de polímero (dimetacrilato de uretano e trietileno glicol dimetacrilato, UDMA e TEGMA respectivamente), ou seja, é um material híbrido recém desenvolvido, que possui uma estrutura de matriz cerâmica sinterizada e poros que são preenchidos por polímero. Possui fases heterogêneas de resina e cerâmica, com estrutura de dupla rede, é um compósito de fases interpenetrantes e, portanto, possui propriedades semelhantes à estrutura dentária (Nagas et al.⁹ 2016). A base cerâmica é porosa e responsável em 86% da composição desse material, mais especificamente composta por 60% de dióxido de silício, 20% de óxido de alumínio, 10% de óxido de sódio, 5% de óxido de potássio, 1% de trióxido de boro e menos de 1% de dióxido de titânio e de óxido de cálcio. (Elsaka³⁷ 2015). Este sistema representa um marco no desenvolvimento dos materiais CAD/CAM, possui excelente estabilidade de cor e de forma, possui ótima usinabilidade, tem biocompatibilidade, possui baixa solubilidade em meio bucal, baixa rigidez, baixa friabilidade, baixa dureza e elasticidade próximo a da dentina, ou seja, é bem susceptível a receber o estresse da mastigação, não comprometendo o dente (Elsaka³⁷ 2015).

Além desses, foi introduzido no mercado um bloco CAD/CAM de compósito

resinoso fotopolimerizado, o Brava Block, da FGM. Esse compósito apresenta partículas de carga de 40 nanômetros à 5,0 micrômetros. A quantidade de carga inorgânica, ou seja, de cerâmica vítrea é de 52 à 60% em volume, e tudo isso está imerso em uma matriz resinosa altamente polimerizada, pois apresenta 86% de grau de conversão, possui também adequada distribuição do tamanho das suas partículas. Essas características na composição do Brava Block CAD/CAM, servem para conferir ao material elevada resistência mecânica, alta dureza e alta resistência ao desgaste, além de alta estética, já que possui alto brilho e além disso, é possível a realização de ajustes, caracterização, ótimo acabamento e polimento (Manual de instrução. Brava Block, FGM³⁸).

Lava Ultimate e Vita Enamic são compostos em sua maior parte por cerâmica fazendo com se consiga alta retenção, menores taxas de descoloração e por consequência, alta estética (Zhi, Bortolotto, Krejci³⁹ 2016). Já a presença da resina no Brava Block também é importante por, conferir ao material resistência à fratura, capacidade de escoar até determinado ponto sem fraturar. Além disso, esses materiais apresentam um maior enchimento e maior volume e aliado a isso, possui altas taxas de conversão da resina, tudo isso justifica suas qualidades mecânicas e estéticas (Liebermann,²¹ 2016; Goujat et al.⁵ 2017).

O estudo de Zhi, Bortolotto e Krejci³⁹ (2016) constatou que esses materiais apresentam maior resistência ao desgaste, quando comparados à cerâmicas, sendo muito importante para longevidade da restauração, pois além de manter os dentes antagonistas em posição, já que não ocorre tanto abrasionamento do esmalte, mantém a oclusão correta por mais tempo e fornece ao paciente uma sensação de conforto maior na mastigação já que promovem certo amortecimento. Além disso, em casos de fraturas, reparos podem ser realizados em restaurações indiretas de Lava Ultimate, Brava Block e Vita Enamic devido sua composição e processamento industrial (Güngör et al.¹⁶ 2016).

A escolha do material é determinante quanto ao tratamento de superfície, que pode variar desde o jateamento com partículas diversas ou ainda o condicionamento com ácido fluorídrico, com o intuito de criar irregularidades na superfície do material restaurador e permitem reparos mais conservadores (Güngör et al.¹⁶ 2016). No estudo clínico de Manhart et al.³⁰ (2010), foram cimentados 155 restaurações com resinas laboratoriais e observou falhas devido a sensibilidade e dor no pós operatório

com posterior necessidade de tratamento endodôntico, a hipersensibilidade foi atribuída ao protocolo de cimentação e reforça que poderia ter sido evitado com melhores técnicas e materiais adesivos, ou seja, concluindo que além de acertar a escolha do material restaurador indireto, deve dar uma atenção especial para a adesão.

O silano também vem sendo utilizado para fortalecer a união da restauração ao cimento, como relatado nos estudos de Güngör et al.¹⁶ (2016) e Soares et al.⁴⁰ (2004), onde comprovam que a presença do silano aumenta a resistência de união de restaurações indiretas com cerâmicas e compósitos CAD/CAM, e justificam que isso é devido ao aumento da energia da superfície, deixando-a mais reativa para a ocorrência de reações químicas entre o cimento e o sistema adesivo, facilitando a adesão entre a fase inorgânica do material com a fase orgânica dos sistemas adesivos (Siqueira et al.⁴¹ 2016). O silano é um agente de união que possui na sua molécula um grupamento com dupla ligação permitindo reação entre as moléculas de metacrilato presente na composição de alguns materiais indiretos ou ainda nos adesivos e cimentos resinosos (Soares et al.⁴⁰ 2004; Nagas et al.⁹ 2016).

No estudo de Damanhoury e Gaintantzopoulou⁷ (2017), foram testadas cerâmicas como Vita Mark II, IPS e.max e uma cerâmica híbrida, Vita Enamic com três diferentes protocolos de cimentação incluindo diferentes silanos. Em um dos protocolos, foi utilizado Monobond P após condicionamento com ácido fluorídrico, no outro foi utilizado Monobond etch & prime e no outro foi utilizado apenas o silano Monobond P. Os grupos com maiores valores de resistência de união foram os grupos com Monobond P com condicionamento ácido prévio, porém os grupos em que foram utilizados apenas o silano Monobond P, sem tratamento prévio foi comparável aos grupos com os melhores resultados, pois foram detectados traços de fluoretos nos grupos com o Vita Enamic, sugerindo que houve interação química do silano com a peça. Uma revisão de literatura de Spitznagel et al.¹⁹ (2014), relatou que embora ainda existam poucos estudos com relação à resistência de união de compósitos CAD/CAM com variações nos protocolos de cimentação, os protocolos que mais parecem ser eficazes são o tratamento e abrasão com óxido de alumínio seguido da aplicação de silano. Já o estudo de Gungor et al.¹⁶ (2016) compara diferentes tratamentos de superfície (jateamento com óxido de alumínio, ácido fluorídrico com sequente aplicação de silano e nenhum tratamento) e constata que

para todos os materiais indiretos testados (Vita Enamic, Lava Ultimate e GC Cerasmart) as superfícies não tratadas obtiveram menores valores de resistência de união, quando comparadas às superfícies com os diferentes tratamentos, porém quando testados após longevidade, os tratamentos de superfície não tiveram efeito significativo sobre as superfícies. Assim como Nagas et al.⁹ (2016), que mostra em seu experimento que não houve diferença estatística entre os grupos de materiais indiretos condicionados com ácido fluorídrico e os grupos apenas lixados com lixas de carbetto de silício para os valores de resistência de união.

A revisão de literatura de Spitznagel et al.¹⁹ (2014), relatou doze estudos com compósitos CAD/CAM em que utilizaram vários tratamentos de superfície e descobriram que a abrasão com partículas de óxido de alumínio à 50 µm foi o método mais efetivo para aumentar a resistência de união do compósito CAD/CAM com o cimento, atingindo por consequência, longevidade. E relatou também, que a aplicação de silanos aumentou a força de ligação na maioria dos estudos.

Assim como os silanos, outra substância química que pode ser aplicada no material é o sistema adesivo (Kassotakis et al.⁴ 2015). Hoje além dos convencionais, podemos contar com os adesivos universais, que podem ser aplicados tanto na superfície dentária, como nos diferentes materiais indiretos e foram lançados no mercado odontológico nos anos 2000, um deles é o Scotch Bond Universal (SBU), lançado pela 3M ESPE em 2012 (Ghani et al.⁸ 2015; Siqueira et al.⁴¹ 2016). Como no estudo de Stawarczyk et al.²⁰ (2016), que testou a aplicação de adesivos universais (Futurabond Universal, Scotchbond Universal e One Coat Universal) em longevidade e observou nos através dos resultados que todos os grupos em que foram utilizados com os adesivos universais, obtiveram melhores resultados de resistência de união, em especial o Scotchbond Universal para o compósito CAD/CAM Lava Ultimate (3M ESPE). Já o estudo de Siqueira et al.³⁸ (2016), testou 10 tipos de adesivos universais de marcas comerciais diferentes em diferentes materiais cerâmicos como Cerâmica reforçada por dissilicato de lítio (EMX), Lava Ultimate (3M ESPE) e cerâmica reforçada por zircônia e dentre esses diferentes protocolos de cimentação, o que expressou maiores valores de resistência de união, independente do tipo de material indireto, foi o adesivo Peak Universal Bond. Porém outros 8 adesivos também demonstraram bom resultado na resistência de união com esses materiais indiretos.

Os silanos e adesivos universais podem conter o 10-MDP (10- metracriloxidecil-dihidrogenofosfato), segundo o estudo de Nagas et al.⁹ (2016), essa molécula otimiza o potencial das forças de adesão e tem capacidade de se ligar aos íons cálcio da dentina e esmalte, além disso, por meio de ligação covalente, se ligar a zircônia e interagir também com outros monômeros resinosos, se tornando útil no aumento da resistência de união da peça ao dente (Yoshihara et al.¹⁴ 2016). Existe outro monômero na composição de alguns agentes de união, chamado PENTA-p, que contém um grupo fosfato, o qual pode condicionar estruturas como esmalte e dentina, promovendo adesão a esses substratos e ainda contém grupos acrilatos que aumentam a reatividade da polimerização. No entanto, existem poucos estudos sobre a interação desses monômeros contidos nos adesivos e sobre a eficácia deles (Anusavice et al.⁴² 2013).

3. PROPOSIÇÕES

Objetivo Geral: Avaliar o efeito de diferentes protocolos adesivos na resistência de união de diferentes compósitos CAD/CAM por meio do teste de microcisalhamento (μ SBS) e microscopia eletrônica de varredura (MEV/EDS).

Objetivos Específicos:

Objetivo 1. Avaliar *in vitro* a efetividade do protocolo adesivo, na resistência da interface de união criada com 3 sistemas adesivos universais e 2 sistemas silanos / cimento na superfície três diferentes compósitos CAD/CAM por (μ SBS).

Objetivo 2. Avaliar as alterações morfológicas das superfícies dos compósitos CAD/CAM por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV).

Objetivo 3. Avaliar as alterações na composição das superfícies dos compósitos CAD/CAM por meio da espectroscopia por energia dispersiva de raios-X (EDS).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Desenho experimental

Para este estudo, foram avaliadas como variáveis independentes os compósitos CAD/CAM contendo 3 níveis: 1-LU, 2-BR, 3-VE; e sistema de cimentação, dividido em 9 níveis: 1- aplicação de Prime&Bond Elect / Enforce, 2- aplicação de Single Bond Universal / Rely X Ultimate, 3- aplicação de Ambar Universal / All cem, 4- aplicação de silano sem 10- MDP / Enforce, 5- aplicação de silano sem MDP / Rely X Ultimate, 6- aplicação de silano sem 10-MDP / All cem, 7- aplicação de silano com MDP / Enforce, 8- aplicação de silano com MDP / Rely X Ultimate, 9- aplicação de silano com MDP / All cem), resultando em 27 grupos experimentais, sendo 9 grupos para cada bloco CAD/CAM como no seguinte esquema (Figura 1):

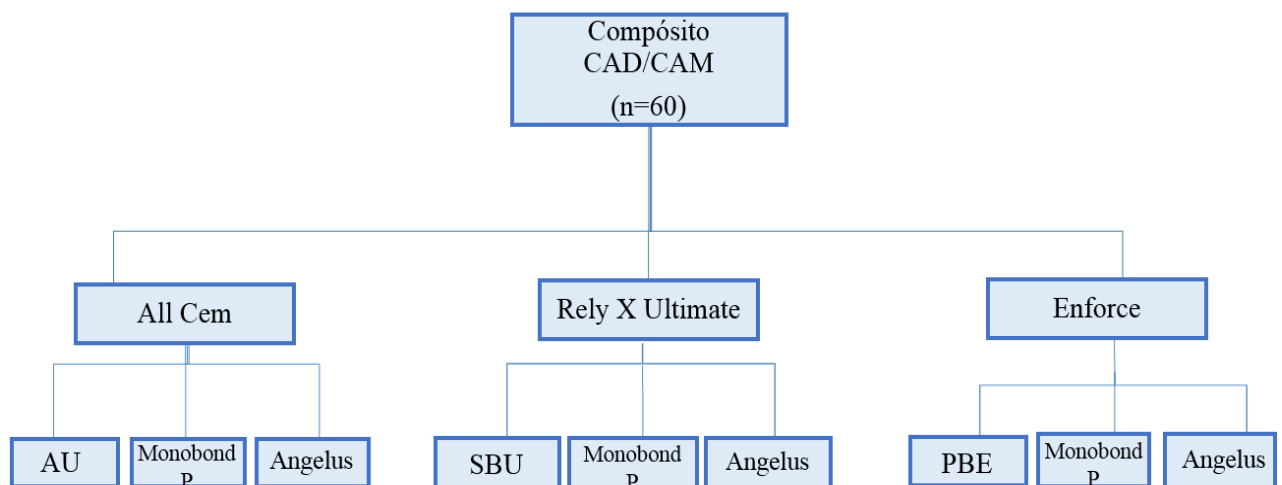


Figura 1. Desenho experimental.

A composição, modo de aplicação e utilização dos materiais testados estão dispostos no quadro 1 e 2:

Quadro 1. Descrição dos materiais, fabricantes, composições e indicação dos compósitos CAD/CAM.

(continua)

Marca comercial Grupos experimentais	Composição	Indicação
Vita Enamic Vita Zahnfabrik,	Cerâmica feldspática reforçada com óxido de alumínio +	Coroas de dentes implantossuportados unitárias,

Quadro 1. Descrição dos materiais, fabricantes, composições e indicação dos compósitos CAD/CAM.

(conclusão)

Marcas comerciais	Composição	Indicação
Grupos experimentais		
Bad Säckingen, Alemanha (VE)	polímero (UDMA e TEGMA)	inlays, onlays e facetas.
Lava Ultimate 3M ESPE, Barueri, SP, Brasil (LU)	Nanopartículas de silício, nanopartículas de zircônia, nanoclusters, agente silano de união e uma matriz resinosa.	Coroas unitárias permanentes sobre implante, facetas, inlays e onlays.
Brava Block FGM, Joinville, SC, Brasil (BR)	65 à 80% de vidro de bário silanizado, Bis EMA, Bis GMA, dimetilaminobenzoato, iniciador e canforoquinona.	Inlays, onlays, laminados e

Quadro 2. Descrição dos materiais, fabricantes, composições, modo de aplicação e indicação dos materiais utilizados nesse estudo.

(continua)

Marca comercial	Composição	Indicação	Modo de aplicação
Grupos experimentais			
Ácido Fluorídrico 5% (Vita ceramics etch)	1 ml de ácido VITA CERAMICS ETCH contém 0,047 gramas de ácido fluorídrico.	Restaurações de cerâmicas feldspáticas e híbridas (VITA ENAMIC).	1-Aplicar com auxílio de um microbrush na superfície da restauração por 60 segundos 2-Lavar abundantemente 3-Aplicar jato de ar.
Monobond N Ivoclar Vivadent (Silano com MDP)	Solução alcoólica de metacrilato de silano, etanol, 10-MDP e metacrilato de sulfeto.	Para criar uma ligação química durável entre compósitos de cimentação e as restaurações de cerâmicas vítreas e de óxidos, de metal, de compósitos e de compósitos reforçados com fibras.	1-Aplicar uma gota com auxílio de um microbrush 2-Deixar reagir por 60s 3-Aplicar jato de ar forte.
Silano Angelus (Silano sem MDP)	Metileno, oxigênio, silício, etanol, hidroxila.	Na cimentação adesiva para o tratamento das superfícies internas de restaurações com porcelana e com resina composta indireta.	1-Aplicar sobre a superfície 2-Aguardar 60s 3-Aplicar jato de ar.

Quadro 2. Descrição dos materiais, fabricantes, composições, modo de aplicação e indicação dos materiais utilizados nesse estudo.

(continua)

Marca comercial	Composição	Indicação	Modo de aplicação
Grupos experimentais			
Single Bond Universal 3M ESPE (SBU)	BisGMA, HEMA metacrilato de hidroxietila, dimetacrilato, água, etanol, silano, 10-MDP, ácido polialcenóico modificado por metacrilato, copolímero de acrílico e ácido itacônico, metacrilato de dimetilaminoetilo, dimetilbenzocaína e canforquinona.	Para restaurações diretas e indiretas. Reparos intraorais de restaurações indiretas e com silano em cerâmicas vítreas.	1-Aplicar uma camada ativamente sobre a superfície 2-Deixar solvente evaporar por 5 s 3-Jato de ar por 5s 4-Fotopolimerizar por 20s.
Prime & Bond Elect Universal Dentsply (PBE)	Resina mono, di e tri-metacrilato, PENTA, dicetona, fosfina orgânica, estabilizadores, fluoridrato cetilamino, acetona, água, catalisador, fotoiniciadores e base de amálgama.	Para restauração direta e fotopolimerizável, para restauração indireta, facetas e coroas com cimento resinoso. Reparos de compósitos, cerâmica.	1-Misturar uma gota de cada frasco 2-Aplicar uma camada sobre a superfície 3-Deixar evaporar por 20s 4-Aplicar jato de ar por 5 s 5-Fotopolimerizar por 20s.
Âmbar Universal FGM (AU)	Monômeros metacrílicos (MDP e UDMA, fotoiniciadores, co-iniciadores e estabilizadores, além de carga inerte (nanopartículas de sílica) e veículo (etanol).	Para classes de restaurações diretas com compósitos (classe I, II, III, IV e V), cimentação adesiva (em conjunto com cimento resinoso) de peças protéticas (pinos intracanais/núcleos, coroas, onlays/inlays, facetas, etc.) em compômero, cerâmicas condicionáveis ou não condicionáveis, resina e metal.	1-Aplicar ativamente duas camadas de adesivo sobre a superfície 2-Jato de ar por 10 s entre as camadas 3-Fotopolimerizar por 20s.

Quadro 2. Descrição dos materiais, fabricantes, composições, modo de aplicação e indicação dos materiais utilizados nesse estudo.

(conclusão)

Rely X Ultimate 3M ESPE	Pó de vidro tratado com silano propanóico metil, hidroximetil ester, produtos da reação com hidroxipropanodiolodimetacrilato e óxido de fósforo, TEGDMA, sílica tratada de silano, vidro de borosilicato, persulfato de sódio, peroxi-trimetilhexanoato-butila e acetato de cobre monohidratado.	Para cimentação definitiva de restaurações indiretas em cerâmica condicionável, cerâmica não condicionável, resina e metal, inlays, onlays, coroas, próteses fixas, próteses fixas adesivas, pinos endodônticos e facetas laminadas.	1-Misturar as duas pastas 2-Aplicar sobre a superfície 3-Fotopolimerizar por 40s.
Enforce Dentsply	Pasta Base: Vidro de Boro Silicato de alumínio e bário silanizado, Sílica Pirolítica Silanizada, BIS-GMA, BDMA, BHT, Canforoquinona, TEGDMA, Pigmentos minerais, EDAB. Pasta Catalisadora: Vidro de Boro Silicato de alumínio e bário silanizado, Sílica pirolítica silanizada, BIS-GMA, BDMA, BHT, TEGDMA, Pigmentos minerais e Peróxido de Benzoila.	Indicado para unir adesivamente restaurações indiretas às estruturas dentárias	1-Misturar as duas pastas 2-Aplicar sobre a superfície 3-Fotopolimerizar por 40s.
All Cem FGM	Monômeros metacrilícos (TEGDMA e Bis HEMA); canforoquinona; co-iniciadores e micropartículas de vidro de bário-alumínio.	Para unir restaurações indiretas à estrutura dental. Pode ser utilizado para cimentação de coroas e pontes de porcelana puras ou fundidas a partes de metais preciosos, inlays, onlays, overlays em porcelana ou resina composta	1-Misturar as duas pastas 2-Aplicar sobre a superfície 3-Fotopolimerizar por 40s.

4.2 Preparo dos espécimes

Para a realização deste estudo foram selecionados três compósitos CAD/CAM: 1) [Lava™ Ultimate CAD/CAM Restorative (3M ESPE, Barueri, SP, Brasil) - LU], 2) [Brava Block CAD/CAM (FGM, Joinville, SC, Brasil) - BR] e 3) [Vita Enamic (Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha) - VE]. Trinta blocos por compósito CAD/CAM foram cortados em 2 secções retangulares ($10 \times 10 \times 6$ mm) em uma máquina de corte sob refrigeração, ou seja, um total de ($n = 60$), sendo 45 para μ SBS e 15 para MEV/EDS, totalizando 180 superfícies de compósitos CAD/CAM, que foram aleatorizados na realização desses testes. Para a confecção dos corpos de prova, as superfícies dos compósitos CAD/CAM foram embutidas em um cano de policloreto de polivinila (PVC) preenchido com resina acrílica (Auto Clear, DentBras, Pirassununga, SP, Brasil), deixando a superfície do compósito CAD/CAM na parte superior do cilindro, com uma altura de 3 mm, como ilustrado na Figura 2.



Figura 2. a) Matrizes de PVC. b) Blocos de compósitos CAD/CAM cortados em dimensões iguais. c) Bloco de compósito CAD/CAM embutido.

Após isso, os corpos de prova de LU e BR foram jateados com partículas de óxido de alumínio com $50 \mu\text{m}$, durante 15 segundos a uma pressão de 2 bar e distância de 4 mm definidas por um delineador, enquanto que os corpos de prova do VE foram condicionados com ácido fluorídrico 5% (VITA CERAMICS ETCH, Alemanha) por 60 segundos e lavados com água, seguindo a recomendação de cada fabricante. Todos os corpos de prova foram lavados em cuba ultrassônica (Cristofoli Ultrasonic Cleaner, 2008, Campo Mourão, PR, Brasil) em ciclo completo de 480 segundos e secos com jatos de ar, a fim de remover as impurezas provenientes do condicionamento ou jateamento.

4.3 Teste de microcisalhamento

O sistema adesivo ou o silano foi aplicado seguindo as instruções do fabricante. Um único operador realizou todos os procedimentos adesivos. Após a aplicação do

sistema adesivo, oito tubos cilíndricos transparentes de polietileno do tipo *Tygon* (Tygon Medical Tubing Formulations 54-HL, Sai Gobain Performance Plastics, Akron, OH, EUA), com diâmetro interno de 0,8 mm e altura de 0,5 mm, foram posicionados sobre cada espécime de compósito CAD/CAM previamente tratado, são apenas 8 tygons, pois é a quantidade que a ponta do fotopolimerizador consegue atingir. Os respectivos cimentos foram manipulados e cuidadosamente inseridos dentro de cada tubo com o auxílio de uma sonda exploradora nº 5 (SSWhite/Duflex, Rio de Janeiro, RJ, Brasil) para preencher o volume interno total do tubo, e uma tira de matriz de poliéster transparente (Mylar) foi colocada sobre o tubo *Tygon* e pressionada suavemente no lugar. O cimento resinoso foi então fotoativado por 20 segundos usando um aparelho fotopolimerizador LED com uma irradiância de 1200 mW/cm^2 (Radii- cal, SDI, Victoria, Austrália). Um radiômetro (Demetron L.E.D. Radiometer, Kerr Sybron Dental Specialties, Middleton, WI, EUA) foi utilizado para verificar a irradiância a cada 5 espécimes. Estes procedimentos foram realizados sob lupas de aumento (Figura 3).

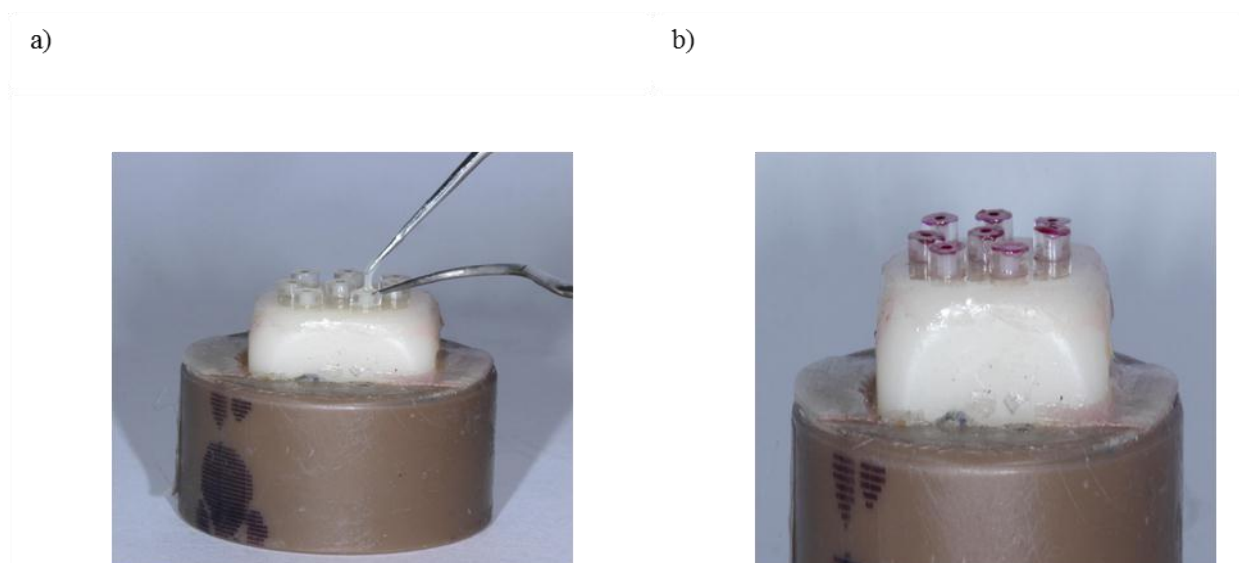


Figura 3. a) Tygons posicionados na superfície do compósito CAD/CAM e cimento sendo inserido no interior dos tygons. b) Tygons em posição com o interior preenchido por cimento.

Após o armazenamento dos corpos de prova em água destilada durante 24 horas à 37°C , os tubos Tygon foram cuidadosamente removidos com uma lâmina de bisturi nº 11 para expor os espécimes cilíndricos de cimento resinoso (Figura 4). Cada espécime foi então examinado sob um estereomicroscópio (Olympus SZ40, Shinjuku-ku, Tóquio, Japão) com uma ampliação de 10X. Caso houvesse evidências de porosidade ou fendas na interface adesiva (compósito CAD/CAM-cimento resinoso) o cilindro de cimento foi descartado.



Figura 4. Amostras de cimentos após remoção dos tygons.

Os espécimes foram então adaptados a um dispositivo de teste de microcisalhamento (Odeme Biotechnology, Joaçaba, SC, Brasil) e testados em uma máquina universal de ensaios (Kratos IKCL 3-USB, Kratos Equipamentos Industriais, Cotia, SP, Brasil). Para esse propósito, um fio ortodôntico de aço (0,2 mm de diâmetro) foi posicionado de modo a circundar a base de cada cilindro de cimento resinoso (Figura 5). Esse foi alinhado de modo a tracionar a interface cimento resinoso - compósito CAD/CAM perpendicularmente ao centro da célula de carga induzindo a correta orientação das forças de cisalhamento. A velocidade do teste foi ajustada em 1 mm / min até a falha.

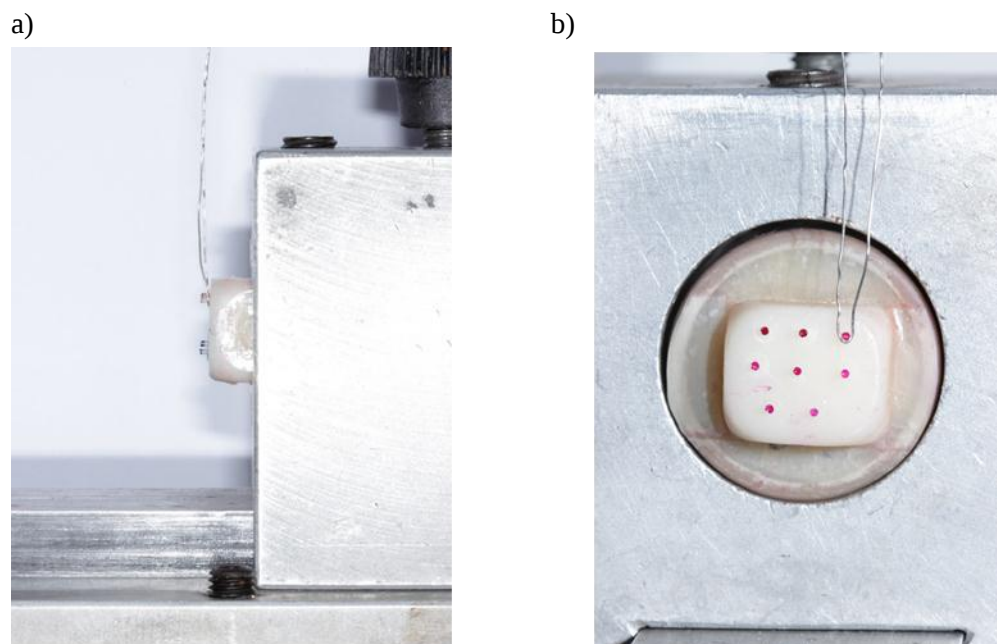


Figura 5. a) Compósito CAD/CAM posicionado para teste de microcisalhamento. b) Fio ortodôntico ajustado exatamente na interface compósito CAD/CAM e cimento resinoso.

Após o teste, os espécimes foram examinados em um microscópio óptico (SZH-131, Olympus; Tóquio, Japão) com ampliação de 100X para definir o padrão de fratura. O padrão de fratura foi classificado como coesiva no cimento resinoso ([CC] fratura exclusivamente dentro do cimento resinoso), coesiva em compósito CAD/CAM ([CCC] fratura exclusivamente no compósito CAD/CAM) e adesiva/mista ([A/M] fratura na interface cimento resinoso - compósito CAD/CAM que incluiu fratura coesiva dos substratos vizinhos).

4.4 Microscopia eletrônica de varredura das superfícies (MEV) e Espectroscopia por energia dispersiva de raios X (EDS)

Os quinze blocos de cada compósito CAD/CAM, que não foram utilizados no teste de microcisalhamento, tiveram as superfícies limpas com álcool 70 % (TUPI, São Paulo, Lote: A7N173103), secas com jato de ar e tratadas conforme a indicação de cada fabricante (Quadro 2) e em seguida, foram lavadas em cuba ultrassônica (Cristofoli Ultrasonic Cleaner, 2008, Campo Mourão, PR, BR) por ciclo completo de 480 segundos e limpas com álcool 70 %, secas com jato de ar e posicionadas sobre um *stub*.

Todos os espécimes foram secos e desidratados em um dessecador durante 12 horas e as superfícies dos compósitos CAD/CAM foram revestidos por uma liga de ouro/paládio em um evaporador de vácuo (SCD 050, Balzers, Schaan, Liechtenstein). Toda a superfície dos compósitos tratada foi examinada sob um microscópio eletrônico de varredura (MIRA3 LM, TESCAN ORSAY HOLDING, Warrendale, PA, EUA). Foram realizadas três fotomicrografias representativas das áreas superficiais na ampliação de 2.500X.

Para analisar os elementos químicos das superfícies de CAD/CAM antes e após os tratamentos de superfície, foi utilizada a análise em EDS acoplada ao MEV. Foram utilizadas as mesmas amostras utilizadas no MEV.

4.5 Análise estatística

Os valores de resistência ao microcisalhamento foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro Wilk para verificar a homogeneidade dos dados. A análise estatística foi realizada utilizando ANOVA 2 fatores, considerando as variáveis: compósitos CAD/CAM, e protocolo de aplicação dos agentes de união (sistemas adesivos universais, silano com ou sem 10-MDP). A comparação entre médias foi

analisada utilizando-se o teste Bonferroni ($\alpha=5\%$). Não foram realizadas comparações entre os cimentos resinosos.

5. RESULTADOS

5.1. Resistência de união por microcisalhamento (μ SBS)

Os valores das médias de μ SBS (MPa), seus respectivos desvio-padrão dos espécimes para cada grupo (LU, BR e VE) e para os diferentes tipos de cimentos (All Cem; Rely X Ultimate e Enforce) estão dispostos nas Tabelas 1, 2 e 3.

A análise de poder da amostra *post-hoc*, demonstrou que o número de repetições realizadas na avaliação de microcisalhamento foi suficiente para gerar um poder acima de 90

% ($\alpha=5\%$). Para o cimento resinoso All Cem, a ANOVA 2 fatores detectou significância para as variáveis "compósitos CAD/CAM" ($p<0,01$) e "técnica de aplicação" ($p=0,017$). Quando este cimento resinoso foi utilizado, maiores valores de μ SBS foram observados na superfície VE, sendo significativamente superiores àqueles observados na superfície LU, o qual por sua vez apresentou valores significativamente maiores do que aqueles observados na superfície BR. A utilização de silano promoveu os maiores valores de μ SBS, enquanto a aplicação de silano com 10-MDP apresentou os menores valores.

Tabela 1: Médias e desvio padrão de resistência de união (Mpa) por microcisalhamento com o cimento All Cem para os grupos experimentais. *Letras maiúsculas comparam entre linhas e minúsculas, entre colunas.

	All Cem			
	Adesivo (AU)	Silano sem MDP	Silano com 10-MDP	Média
BR	21,23 $\pm$ 1,5	22,15 $\pm$ 2,3	21,11 $\pm$ 2,3	21,50 C
LU	24,87 $\pm$ 2,0	24,88 $\pm$ 2,1	22,68 $\pm$ 1,9	24,14 B
VE	25,88 $\pm$ 3,2	28,50 $\pm$ 2,7	25,89 $\pm$ 3,3	26,76 A
Média	23,99 ab	25,18 a	23,23 b	

Fonte: A autora

Quando utilizado o cimento resinoso Rely X Ultimate, a ANOVA 2 fatores detectou significância para os fatores "compósitos CAD/CAM" ($p<0,01$), "técnica de aplicação" ($p=0,02$), bem como também para a interação entre os fatores ($p=0,02$). Para este cimento resinoso, os maiores valores de μ SBS foram observados na superfície VE, os quais foram significativamente superiores aos observados na superfície LU, que por sua vez produziu valores superiores àqueles observados na superfície BR. De forma

geral, a técnica de aplicação não influenciou nos valores de μ SBS na maioria dos grupos. A única exceção foi observada nos grupos aplicados na superfície VE, onde maiores valores foram observados quando utilizado silano com 10-MDP. Nenhuma diferença significativa foi notada entre os valores observados quando aplicado o sistema adesivo e aqueles notados quando aplicado silano sem MDP.

Tabela 2: Médias e desvio padrão de resistência de união (Mpa) por microcisalhamento com o cimento Rely X Ultimate para os grupos experimentais. *Letras maiúsculas comparam entre linhas e minúsculas, entre colunas.

	Rely X Ultimate					
	Adesivo (SBU)		Silano sem MDP		Silano com 10-MDP	
BR	19,16 ± 2,3	Ca	20,21 ± 2,4	Ca	20,05 ± 1,8	Ca
LU	21,65 ± 2,2	Ba	23,16 ± 1,9	Ba	23,26 ± 2,7	Ba
VE	27,50 ± 3,6	Ab	25,49 ± 2,0	Ab	30,48 ± 3,2	Aa

Fonte: A autora

Similar ao que foi observado com os outros cimentos resinosos, a utilização do cimento Enforce produziu os maiores valores na superfície VE, seguido pelos valores observados na superfície LU, a qual foi superior aos valores obtidos na superfície BR.

Nenhuma diferença significativa foi notada nos valores de μ SBS quando as diferentes técnicas de aplicação de agentes de união foram utilizadas.

Tabela 3: Médias e desvio padrão de resistência de união (Mpa) por microcisalhamento com o cimento Enforce para os grupos experimentais. *Letras maiúsculas comparam entre linhas e minúsculas, entre colunas.

	Enforce			
	Adesivo (PBE)	Silano sem MDP	Silano com 10-MDP	Média
BR	20,99 ± 1,7	20,58 ± 1,8	20,33 ± 2,4	20,63 C
LU	21,87 ± 1,9	24,12 ± 2,2	22,16 ± 2,2	22,72 B
VE	26,99 ± 2,5	27,36 ± 3,2	25,12 ± 2,8	26,49 A
Média	23,28 a	24,02 a	22,54 a	

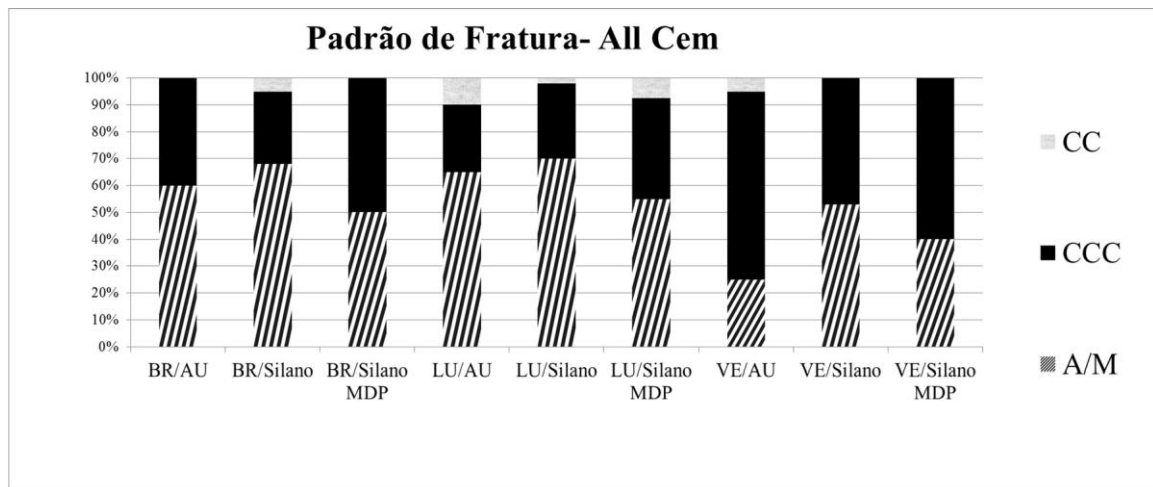
Fonte: A autora

5.2 Padrão de Fratura (PF)

Os valores do padrão de fratura dos espécimes para cada grupo (LU, BR e VE) e para os diferentes tipos de cimentos (All Cem; Rely X Ultimate e Enforce) estão dispostos nos gráficos 1 a 3. A maioria dos grupos apresentou falha localizada na

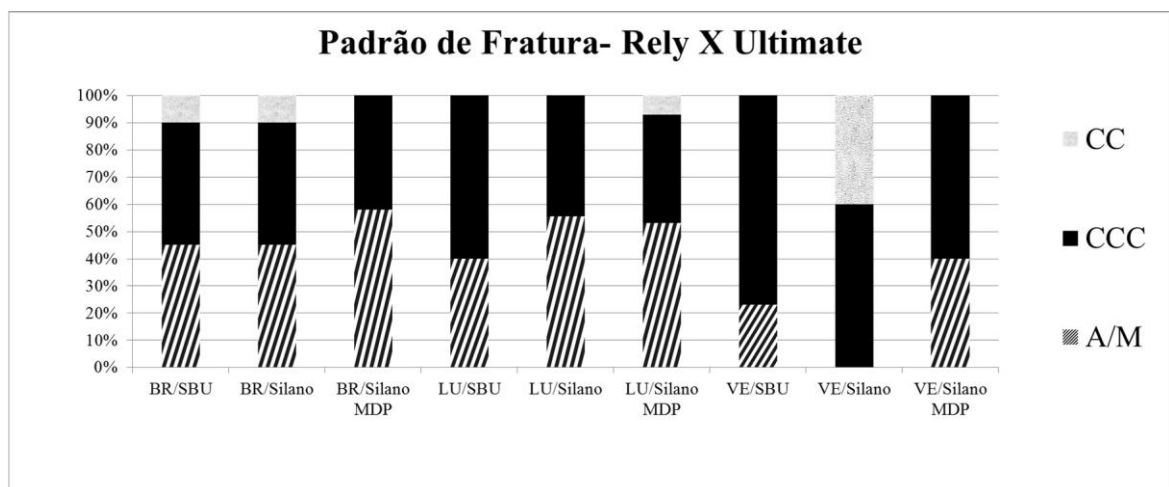
interface de união, enquanto menor porcentagem foi notada com falha coesiva no compósito CAD/CAM quando avaliados os compósitos BR e LU. Pequena porcentagem de fratura coesiva em cimento resinoso foi notada para a maioria dos grupos. Quando o compósito CAD/CAM VE foi avaliado, a porcentagem de fraturas coesivas no compósito CAD/CAM foi próxima ou maior à porcentagem de fraturas adesivas.

Gráfico 1. Valores em porcentagem do padrão de fratura (PF) dos grupos Ambar Universal, Silano sem MDP e Silano com MDP e o cimento All Cem. Na seguinte ordem: falha coesiva em cimento, falha coesiva em compósito CAD/CAM e falha adesiva / mista.



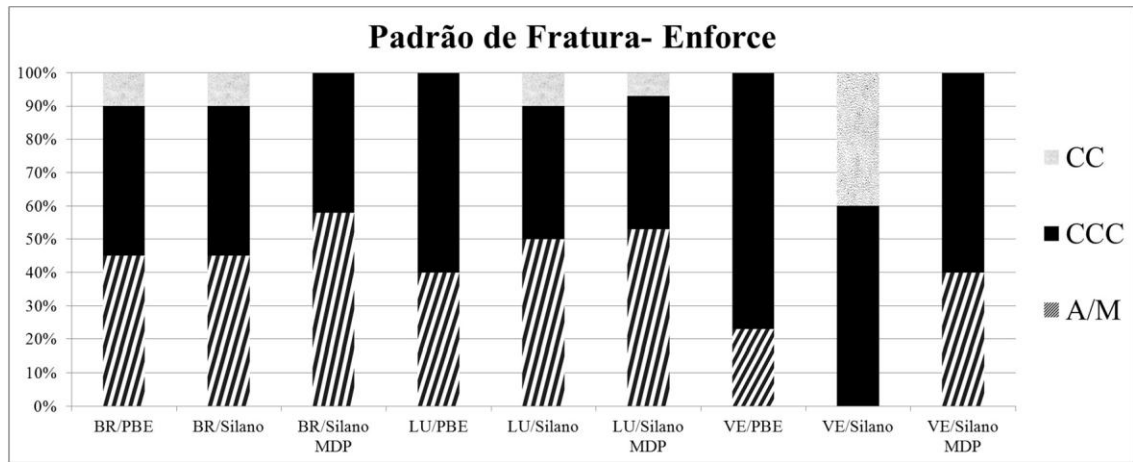
CC: Falha coesiva em cimento. CCC: Falha coesiva em compósito CAD/CAM. A/M: Falha adesiva/ mista. AU: Ambar Universal. Silano: Silano sem MDP (Angelus). Silano MDP: Silano com MDP (Monobond P). Fonte: A autora.

Gráfico 2. Valores em porcentagem do padrão de fratura (PF) dos grupos Scotch Bond Universal, Silano sem MDP e Silano com MDP e o cimento Rely X Ultimate. Na seguinte ordem: falha coesiva em cimento, falha coesiva em compósito CAD/CAM e falha adesiva / mista.



CC: Falha coesiva em cimento. CCC: Falha coesiva em compósito CAD/CAM. A/M: Falha adesiva/ mista. SBU: ScotchBond Universal. Silano: Silano sem MDP (Angelus). Silano MDP: Silano com MDP (Monobond P). Fonte: A autora.

Gráfico 3. Valores em porcentagem do padrão de fratura (PF) dos grupo Prime & Bond Universal, Silano sem MDP e Silano com MDP e o cimento Enforce. Na seguinte ordem: falha coesiva em cimento, falha coesiva em compósito CAD/CAM e falha adesiva / mista.



CC: Falha coesiva em cimento. CCC: Falha coesiva em compósito CAD/CAM. A/M: Falha adesiva/ mista. PBE: Prime & Bond Universal. Silano: Silano sem MDP (Angelus). Silano MDP: Silano com MDP (Monobond P). Fonte: A autora.

5.3 Microscopia eletrônica de varredura das superfícies (MEV)

As fotomicrografias representativas das imagens obtidas por MEV de cada grupo experimental, com aumento de 2.500X, estão descritas nos quadros abaixo (Quadro 3, 4 e 5). O tratamento preconizado por cada fabricante foi realizado (jateamento para os grupos LU e BR e condicionamento com ácido fluorídrico 5% para VE).

Quadro 3. Imagens obtidas pelo MEV das superfícies sem tratamento e após o tratamento da superfície para o grupo experimental Brava Block (BR).

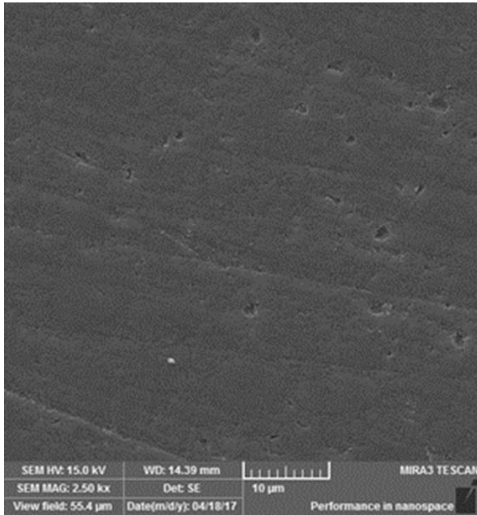
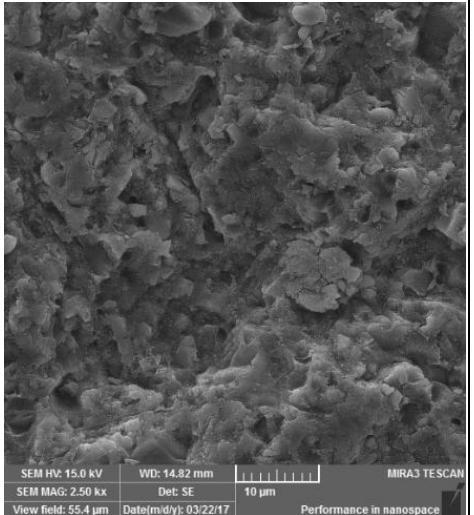
Compósito CAD/CAM (BR)	Sem Tratamento	Após Tratamento
Brava Block (BR)		

Fonte: A autora

Após jateamento, é possível observar uma superfície mais irregular, além da exposição da

porção polimérica e da porção vítrea da cerâmica.

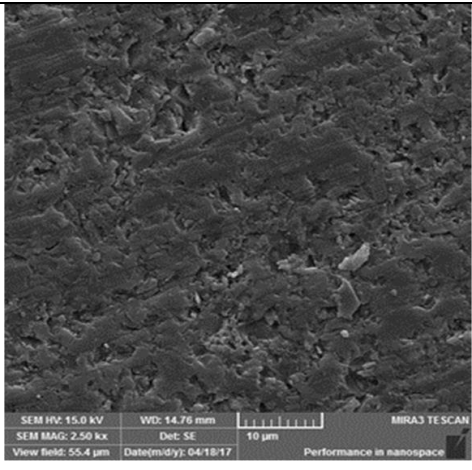
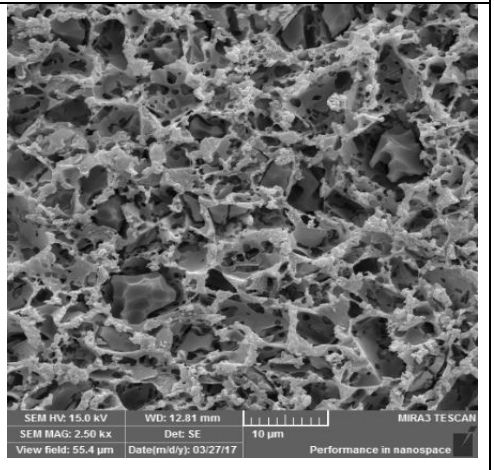
Quadro 4. Imagens obtidas pelo MEV das superfícies sem tratamento e após o tratamento da superfície para o grupo experimental Lava Ultimate (LU).

Compósito CAD/CAM (LU)	Sem Tratamento	Após Tratamento
Lava Ultimate (LU)		

Fonte: A autora

Após jateamento, assim como para o compósito CAD/CAM Brava Block, também foi possível observar uma superfície irregular.

Quadro 5. Imagens obtidas pelo MEV das superfícies sem tratamento e após o tratamento da superfície para o grupo experimental Vita Enamic (VE).

Compósito CAD/CAM (VE)	Sem Tratamento	Após Tratamento
Vita Enamic (VE)		

Fonte: A autora

Após condicionamento com ácido fluorídrico, pode-se observar a exposição do conteúdo orgânico devido a degradação realizada pelo ácido, pois ele reage com a matriz vítrea que tem sílica, formando hexafluorosilicatos. Com isso, essa matriz é removida e expõe a porção cristalina e orgânica da peça.

De uma forma em geral, com a análise de Microscopia eletrônica de varredura das superfícies (MEV), pode-se observar a partir das imagens com 2.500 X de aumento após o jateamento, que as dos compósitos BR e LU apresentaram uma alteração na morfologia, tornando a superfície irregular quando comparada à superfície previamente ao jateamento.

Entre os três diferentes compósitos CAD/CAM do estudo, o compósito VE apresentou maior alteração de superfície após o seu tratamento. Foi possível notar nessa superfície a degradação da matriz vítrea, causando irregularidades e expondo a matriz orgânica.

5.4 Espectroscopia por energia dispersiva de raios X (EDS)

A análise por EDS das superfícies não tratadas está representada na Tabela 4 e a análise por EDS das superfícies tratadas, na Tabela 5. Através da análise por EDS com os blocos não tratados, pode se observar que LU CAD/CAM é o único que possui zircônia na sua composição, além de possuir o maior conteúdo vítreo (sílica). A VE CAD/CAM apresenta alumínio em maior quantidade e o único que apresenta potássio e sódio.

Já para as peças CAD/CAM tratadas conforme instruções de seus fabricantes, pode-se observar que as superfícies BR e VE apresentaram pouca variação na composição após o tratamento. Para o grupo LU, a porcentagem de sílica e zircônia aparentemente reduziu após o tratamento de superfície.

Tabela 4. Análise por EDS das superfícies não tratadas.

Compósitos CAD/CAM	Porcentagem de elementos químicos (%)						
	K (potássio)	Al (alumínio)	Ba (bário)	Na (sódio)	Si (sílica)	Zr (zircônia)	O (oxigênio)
Brava Block BR	0	5,53	22,27	0	30,23	0	41,96
Lava Ultimate LU	0	0	0	0	36,57	16,11	47,32
Vita Enamic VE	5,14	11,8	0	5,65	29,87	0	47,54

Fonte: A autora

Tabela 5. Análise por EDS das superfícies tratadas.

Compósitos CAD/CAM	Porcentagem de elementos químicos (%)						
	K (potássio)	Al (alumínio)	Ba (bário)	Na (sódio)	Si (sílica)	Zr (zircônia)	O (oxigênio)
Brava Block BR	0	5,18	24,15	0	29,56	0	41,10
Lava Ultimate LU	0	1,82	0	0	23,15	12,71	62,31
Vita Enamic VE	5,76	11,41	0	4,16	30,81	0	47,87

Fonte: A autora

Na análise por Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raios-X das superfícies dos compósitos CAD/CAM, o compósito CAD/CAM Lava Ultimate (LU) foi o único compósito que apresentou porcentagem relevante de zircônia (Zr). Esse foi o compósito que apresentou maior quantidade de sílica. Já o compósito Vita Enamic (VE) apresentou maior quantidade de alumínio, relacionado à presença de cerâmica feldspática em sua composição.

Por fim, o compósito Brava Block (BR) também expressa sua composição através da análise de EDS, já que apresenta quantidades relevantes de alumínio e bário, seus elementos constituintes.

6. DISCUSSÃO

No presente estudo a influência da aplicação do silano ou dos sistemas adesivos universais variou de acordo com o compósito CAD/CAM utilizado. Mais especificamente, para os grupos cimentados com o Rely X Ultimate, não houve diferença significativa nos resultados quando utilizados os compósitos CAD/CAM Lava Ultimate (LU) e Brava Block (BR). Já quando utilizado o compósito Vita Enamic (VE), o grupo Silano com MDP (Monobond P) obteve maiores valores de resistência ao microcisalhamento, comparado aos grupos Scotchbond Universal (SBU) e Silano sem MDP. Deste modo, a hipótese nula de que não há diferença significativa entre a aplicação de sistemas adesivos universais e silanos na resistência de união dos diferentes compósitos CAD/CAM deve ser parcialmente aceita. O fato de o silano com MDP (Monobond P) ter alcançado maiores valores de resistência de união em comparação com o Scotch Bond Universal e o Silano Angelus (sem MDP) pode indicar que o Monobond P favoreceu a ocorrência da interação química entre o compósito e o cimento.

Esses resultados corroboram com os achados nos estudos prévios de Damanhoury e Gaintantzopoulou⁷ (2017), confirmando a importância da aplicação do ácido fluorídrico e do silano. Nesse sentido, os maiores valores de resistência de união podem ser atribuídos a presença de uma área adequada exposta para a ação do silano (Elsaka³⁷ 2015). Uma vez que o silano aumenta a união da porção orgânica do cimento e inorgânica do compósito CAD/CAM e o compósito CAD/CAM VE possui alto conteúdo inorgânico incluindo sílica e alumina, o silano foi fundamental para a obtenção dos maiores valores de resistência de união observados no presente estudo.

Contrariamente aos resultados observados na superfície VE, a utilização de silano com MDP não melhorou os resultados de microcisalhamento nas superfícies de LU e BR. Neste aspecto, Schaufert⁴³ (2014) relata que quando as partículas inorgânicas do compósito CAD/CAM são silanizadas, o MDP encontra dificuldade para interagir com a sílica e exercer sua função, já que as partículas de sílica e zircônia do compósito CAD/CAM LU e as partículas de vidro de bário do compósito CAD/CAM BR são silanizadas (Schauffert⁴³ 2014). Esse fato explicaria também o fato de o silano sem MDP (Angelus) ter obtido valores de resistência de união maiores em comparação com os outros agentes de união utilizados com o cimento All Cem, já que os outros dois agentes de união (Ambar Universal e Monobond P) possuem MDP na sua composição. No caso

dos compósitos CAD/CAM que foram cimentados com o Enforce, o Prime & Bond Elect se mostrou tão eficiente quanto o silano sem MDP e quanto o silano com MDP, isso pode ser explicado devido ao fato de que o PBE possui em sua composição a molécula penta-p, que de acordo com Lee et al.¹⁰ (2017) e Nihei¹¹ (2016) pode favorecer a resistência de união nos compósitos CAD/CAM.

O SBU utilizado com o Rely X Ultimate também não apresentou dados relevantes de resistência ao microcisalhamento nos três compósitos CAD/CAM. Tais resultados corroboram os achados de Yoshihara et al.¹⁴ (2016), que relatou que o SBU sozinho não é tão eficaz quanto o silano puro. De acordo com o autor, o silano contido no mesmo frasco que o SBU acaba tendo sua função comprometida, pois fica em contato com o monômero acídico MDP, que submete os grupos silanol importantes para a ação do silano à reações prematuras de autocondensação e desidratação, formando oligômeros que não se ligam ao material. Além disso, o contato do Bis GMA também presente na composição do SBU com o silano pode impedir sua ação com a hidroxila presente na superfície do compósito CAD/CAM (Kim et al.⁴⁴ 2015). Ele relata ainda em outro estudo em que a utilização de silano resultou em melhor desempenho do que o uso de SBU, recomendando, portanto, a utilização de um silano puro (Kim et al.⁴⁴ 2015). Yoshihara et al.¹⁴ (2016) estudou a efetividade de adesivos que acoplam o silano à sua composição na utilização com o compósito CAD/CAM LU em testes como Espectroscopia em Infravermelho e Espectroscopia RAMAN. Os autores observaram nos testes que apenas os adesivos em que o silano foi aplicado imediatamente após a mistura de ambos apresentaram grupos silanois visíveis, confirmando a necessidade da silanização prévia. Os autores explicam ainda que o baixo pH dos adesivos pode promover a hidrólise do silano, pois ele é estável apenas em solução de pH em torno de 4,6.

Para os grupos cimentados com o All Cem, o silano sem MDP demonstrou maiores valores de resistência ao microcisalhamento para todos os compósitos CAD/CAM estudados (LU, VE e BR), concordando com achados no estudo de Gungor et al.¹⁶ (2016). Além disso, conforme observado por Elsaka⁴¹ (2014), uma quantidade de conteúdo orgânico reduzida pode influenciar positivamente na resistência de união do compósito CAD/CAM com o silano, pois dessa forma, maior será o conteúdo inorgânico do mesmo, o que favorece o acoplamento do silano ao material (Lise et al.⁴⁵ 2016).

Os resultados do estudo revelaram que o efeito do tratamento de superfície

depende mais do compósito CAD/CAM do que do protocolo adesivo, pois houve diferença estatística no teste de microcisalhamento em todos os grupos experimentais com relação aos “compósitos CAD/CAM”. Neste aspecto, dentre os três produtos avaliados, o Vita Enamic (VE) se destacou independente do protocolo de cimentação utilizado, demonstrando valores superiores quando comparados aos resultados observados na superfície do Lava Ultimate (LU), o qual por sua vez apresentou valores significativamente superiores àqueles observados na superfície do Brava Block (BR).

De acordo com os estudos de Damanhoury e Gaintantzopoulou⁷ (2017) e Nagas et al.⁹ (2016), que avaliaram o efeito do tratamento de superfície em restaurações indiretas, incluindo blocos de compósitos CAD/CAM Vita Enamic e Lava Ultimate tratados previamente com ácido fluorídrico e jato de óxido de alumínio respectivamente. Os autores relatam que o ácido fluorídrico dissolve preferencialmente a porção vítrea ou cristalina desse material restaurador, pois reage com a sílica presente na matriz vítrea, mas também acaba removendo a porção orgânica (polímeros), produzindo porosidades de até 10 milímetros de profundidade, resultando em uma microestrutura que favorece a resistência de união à peça.

Nagas et al.⁹ (2016) ressalta que a união entre o material híbrido de cerâmica e resina necessita de tratamentos de superfície que aumentem sua rugosidade e que o tratamento com ácido fluorídrico foi considerado o tratamento mais confiável, pois modifica a superfície do material, tornando-a áspera e micromecanicamente retentiva. Porém, independentemente destes achados, há uma clara distinção entre as recomendações dos diferentes fabricantes, uma vez que a recomendação para o tratamento de superfície de peças como Lava Ultimate seja o jateamento, enquanto que o condicionamento com ácido fluorídrico é recomendado para peças como o Vita Enamic. Isso se deve principalmente às diferenças nas composições destes materiais. Nesse sentido, a porção inorgânica do Vita Enamic é composta de cerâmica feldspática e, portanto, não é ácido resistente, enquanto que Lava Ultimate possui a porção inorgânica composta de cerâmica reforçada por zircônia, o que atribui maior resistência ao material (Schauffert⁴³ 2014).

Essa recomendação pode ser sustentada pelos diferentes valores de rugosidade após o tratamento de superfície com jateamento e condicionamento ácido desses compósitos CAD/CAM encontrados no estudo de Gungor et al.¹⁶ (2016). Os autores afirmam que essa diferença nos valores de rugosidade é produzida de acordo com o conteúdo inorgânico de cada material, sendo que o VE possui maior conteúdo

inorgânico (86%) em comparação com a LU (80%). Portanto, após o tratamento com o ácido fluorídrico, a superfície da Vita Enamic pode demonstrar maior valor de rugosidade comparado à Lava Ultimate tratada com o jateamento. Tal suposição é reforçada pelos achados de Nagas et al.⁹ (2016), que observaram maiores valores de rugosidade na superfície da Vita Enamic.

A análise em MEV confirmou os resultados avaliados no microcisolamento. Essa análise de MEV demonstrou que as superfícies dos compósitos BR e LU apresentaram uma alteração na morfologia, tornando a superfície irregular quando comparada à superfície previamente ao jateamento. Entre os três diferentes compósitos CAD/CAM do estudo, o compósito VE foi o compósito CAD/CAM que apresentou maior alteração de superfície após o seu tratamento, ou seja, a porção da matriz vítrea da superfície foi removida, causando irregularidades e expondo a matriz orgânica, mas sem formar espaços vazios, ou seja, sem deformar a superfície.

De uma forma geral, todos os compósitos CAD/CAM apresentaram irregularidades após o tratamento de superfície, independente do tipo de tratamento realizado, concordando com os achados sobre o compósito CAD/CAM VE do estudo de Nagas et al.⁹ (2016), que avaliou o efeito do ácido fluorídrico no VE e no compósito CAD/CAM LU no MEV e identificou irregularidades na superfície apenas do VE, justificando que LU contém zircônia e é ácido-resistente. Como no estudo de Kassotakis et al.⁴ (2015), que avaliou a superfície do compósito CAD/CAM LU de acordo com seis tipos de tratamentos de superfície, envolvendo desde o jateamento com óxido de alumínio até a aplicação de glicina e comprovou sob análise do MEV, que a superfície do LU ficou mais modificada quando tratada com óxido de alumínio e relata que esse tratamento promove uma importante microrretenção necessária para a adesão do agente de união na peça.

O estudo de Elsaka⁴⁶ (2014), também avaliou dois tratamentos de superfície envolvendo jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico nos compósitos CAD/CAM VE e LU e observou irregularidades no MEV após os dois tratamentos de superfície nos dois compósitos CAD/CAM e relacionou ao fato de esses tratamentos serem utilizados justamente para tornar a superfície mais irregular para que os agente de união penetrem nessas irregularidades favorecendo a adesão do material ao cimento resinoso. Porém o jateamento criou uma espécie de “microdeformidades” na superfície dos materiais, pois ângulos agudos e afiados foram encontrados. O autor relacionou esses achados com o baixo valor de resistência de união desses grupos, o que

pode justificar os resultados de resistência de união ter sido menores para os grupos que foram jateados, ou seja, para o compósito CAD/CAM LU e BR.

Quanto à análise do Padrão de fratura (PF), para os compósitos LU e BR, a maioria dos grupos apresentou falha adesiva/mista, com exceção dos grupos envolvendo a aplicação do Silano com MDP (Monobond P) / Rely X Ultimate/BR e PBE / Enforce/LU, enquanto que para o compósito VE, maior porcentagem de falha coesiva no compósito foi notada, com exceção apenas dos grupos VE / Silano sem MDP cimentados com All Cem e com Rely X Ultimate, que apresentaram falhas adesivas. Os dados desse estudo se comparam ao estudo de Damanhoury e Gaintantzopoulou⁷ em 2017, que revelaram mais falhas coesivas em compósito CAD/CAM para o VE quando tratado com ácido previamente e afirma que isso se deve à microrretenções criadas pelo ácido fluorídrico que aumenta a resistência de união e por isso não apresentando falhas adesivas. Já Nagas et al.⁹ em 2016 relata em seu estudo que a maioria das falhas foram adesivas para LU e para VE e que apenas 40% foi coesiva em compósito CAD/CAM. Ele acredita que isso significa que a ligação entre VE e o cimento parece exceder a força do compósito CAD/CAM. Elsaka⁴⁶ (2014), que avaliou tratamentos de superfície com jateamento com óxido de alumínio e condicionamento com ácido fluorídrico nas superfícies associados ou não com a aplicação de silano sob LU e VE, revela em seu estudo que as falhas coesivas em compósito CAD/CAM foram encontradas em grupos tratados com ácido fluorídrico associado ao silano, pois o ácido modifica a estrutura do material, dissolvendo a matriz vítrea do mesmo, aumentando a área de superfície para ação do agente de união e unindo-a mais facilmente ao cimento resinoso.

Por fim, a análise por Espectroscopia por Energia Dispersiva de Raios-X das superfícies dos compósitos CAD/CAM, demonstrou que o compósito CAD/CAM Lava Ultimate (LU) foi o único que apresentou porcentagem relevante de zircônia (Zr) e o único que apresentou maior quantidade de sílica. Já o compósito Vita Enamic (VE) apresentou maior quantidade de alumínio, relacionado à presença de cerâmica feldspática em sua composição. O compósito Brava Block (BR) por sua vez apresentou quantidades relevantes de alumínio e bário, seus elementos constituintes. No geral, o EDS realizado antes do tratamento das superfícies apenas confirmou a composição dos compósitos CAD/CAM, já que para o compósito CAD/CAM BR, uma porcentagem dos elementos alumínio, bário, sílica e oxigênio foi detectada. Para o compósito CAD/CAM LU, uma porcentagem dos elementos sílica, zircônia e oxigênio foi detectada, caracterizando uma

cerâmica reforçada por zircônia. Para o compósito CAD/CAM VE, os elementos alumínio, potássio, sódio, sílica e oxigênio foram observados na análise, evidenciando que esse material é constituído por uma cerâmica feldspática. Já a análise realizada após os tratamentos das superfícies revelou que nos compósitos CAD/CAM BR e VE, a porcentagem referente à quantidade dos elementos químicos se mantiveram constantes quando comparados à análise realizada previamente aos tratamentos. Já para o compósito CAD/CAM LU, a porcentagem de sílica e zircônia detectada foi inferior àquela observada previamente ao tratamento, além do surgimento de uma porcentagem de alumínio, que pode ser referente ao tratamento com óxido de alumínio. O fato do LU se apresentar com valores significativamente diferentes após o tratamento de superfície pode ter relação com os espaços vazios e com a microdeformidade que esse compósito CAD/CAM sofreu como descrito nos estudos de Elsaka⁴⁶ (2014) e Kassotakis et al.⁴ (2015).

Estudos adicionais a longo prazo são necessários para avaliar os efeitos dos tratamentos de superfície utilizados no presente estudo. Além disso, uma vez que este estudo focou apenas a união entre sistemas de adesão e compósitos CAD/CAM, estudos envolvendo o substrato dental fazem-se necessários. Cabe salientar que estudos clínicos são fundamentais para se avaliar o impacto clínico real dos achados no presente estudo (Barutcigil⁴⁷ 2016; Stawarczyk, Krawczuk, Ilieos³⁵ 2014).

7. CONCLUSÃO

Com o presente estudo, pode-se concluir que:

- A efetividade do protocolo de cimentação está relacionada ao tipo de compósito CAD/CAM e às diferenças entre as composições das peças.
- Independente do protocolo de cimentação, o Vita Enamic (VE) apresentou os melhores valores de resistência ao microcisalhamento em comparação aos outros compósitos CAD/CAM avaliados.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Shembish FA, Tonga H, Kaizera M, Janald MN, Thompson VP, Opdamf NJ, Zhanga Y. Fatigue resistance of CAD/CAM resin composite molar crowns. **Dental Materials**. 2016; 32: 499-509.
2. SOUTO, M. J. R. et al. Self-etching resin cement application on inlay restoration. **Revista Odontologia Clínico – Científica**, Pernambuco, v. 9, p. 77-81, mar. 2010.
3. ROCCA, G. T. et al. The influence of FRCs reinforcement on marginal adaptation of CAD/CAM composite resin endocrowns after simulated fatigue loading. **Odontology**, Geneva, v. 106, p. 220-232, abr. 2016.
4. KASSOTAKIS, E. M. et al. Evaluation of the effect of different surface treatments on luting CAD/CAM composite resin overlay workpieces. **The Journal of Adhesive Dentistry**, Geneva, v. 17, n. 6, p. 521-528, out. 2015.
5. GOUJAT, A. M. S. D. et al. Mechanical properties and internal fit of 4 CAD-CAM block materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Lyon, p. 1-6. 2017.
6. AWADA, A; NATHANSON, D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, New Orleans, v. 114, p. 587-593, out. 2015.
7. DAMANHOURY, H. M; GAIANTANTZOPOULOU, M. D. Self-etching ceramic primer versus hydrofluoric acid etching: Etching efficacy and bonding performance. **Journal of Prosthodontics**, Sharjah, v. 411, p. 1-9, jun. 2017.
8. GHANI, Z. A. et al. Shear bond strength of computer-aided design and computer-aided manufacturing feldspathic and nano resin ceramics blocks cemented with three different generations of resin cement. **Journal of conservative Dentistry**, Kelantan, v. 18, p. 355-359, mar. 2015.
9. NAGAS, I. C. et al. Micro-shear bond strength of different resin cements to ceramic/glass-polymer CAD-CAM block materials. **Journal of Prosthodontic Research**, Ankara, v.329, p. 1-9, fev. 2016.
10. LEE, H. Y. et al. Bonding of the silane containing multi-mode universal adhesive for lithium disilicate ceramics. **Restorative Dentistry & Endodontics**. Coreia, jul. 2016.
11. NIHEI, T. Dental applications for silane coupling agents. **Journal of Oral Science**, v. 58, n. 2, p. 151-155, mar. 2016.
12. MATINLINNA, J. P; LUNG, C. Y. K; TSOI, J. K. H. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. **Dental Materials**, set. 2017.

13. ROSA, W. L. O; PIVA, E; SILVA, A. F. Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Dentistry**, abr. 2015.
14. YOSHIHARA, K. et al. Effectiveness and stability of silane coupling agent incorporated in 'universal' adhesives. **Dental Materials**, Okayama, v. 32, p. 1218-1225, jul. 2016.
15. KOIZUMI, H. et al. Surface roughness and gloss of current CAD/CAM resin composites before and after toothbrush abrasión. **Dental Materials**, Tokyo, v. 34, p. 881–887, jul. 2015.
16. GUNGOR, M. B. et al. Effect of surface treatments on shear bond strength of resin composite bonded to CAD/CAM resin-ceramic hybrid materials. **The Journal of Advanced Prosthodontics**, Ankara, v. 8, p. 259-266, mai. 2016.
17. SWAIN, M. V. et al. Interpenetrating network ceramic-resin composite dental restorative materials. **Dental Materials**, Kuwait, v. 32, p. 34-42, jan. 2016.
18. BOTTINO, M. A. et al. Inlays made from a hybrid material: adaptation and bond strengths. **Operative Dentistry**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 1-9, jun. 2015.
19. SPITZNAGEL, F. A. et al. Resin Bond to Indirect Composite and New Ceramic/Polymer Materials: A Review of the Literature. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, Freiburg, p. 1-12. 2014.
20. STAWARCZYK, B. et al. Evaluation of mechanical and optical behavior of current esthetic dental restorative CAD/CAM composites. **Journal of the mechanical behavi or of biomedical materials**, Munich, v. 55, p 1-11, out. 2016.
21. LIEBERMANN, A. et al. Physicomechanical characterization of polyetheretherketone and current esthetic dental CAD/CAM polymers after aging in different storage media. **The journal of prosthetic dentistry**, Munich, v. 115, p. 321-328, mar. 2016.
22. RAJ, V.; MACEDO, G. V.; RITTER, A. V. Longevity of posterior composite restorations. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, Chapel Hill, v. 19, n. 1 p. 301- 310, 2007.
23. WILLIAMS, R. J. et al. Use of CAD/CAM technology to fabricate a removable partial denture framework. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 96, n. 2, p. 96-99, ago. 2006.
24. PARK, H. S. et al. Marginal and internal fit of nano-composite CAD/CAM restorations. **Restorative Dentistry e Endodontics**, Seoul, v. 41, p. 37-43, nov. 2015.
25. NANDINI, S. Indirect resin composites. **Journal of conservative Dentistry**, Chennai, v. 13, p. 184–194, set. 2010.
26. LEINFELDER, K. F; TERRY, D. A. Indirect Composite Resin Systems: A Clinical Material Review. **Inside Dentistry**, Texas, v. 2, n. 9, p. 1-8, dez. 2006.

27. GARCIA, R. F. L da. et al. Resinas indiretas – evolução histórica. **Revista de Clínica e Pesquisa Odontológica**, Curitiba, v.2, n.5/6, p. 407-411, jul./dez. 2006.
28. HIRATA, R.; MA77ETTO, A. H.; YAO, E. Alternativas clinicas sistemas de resinas compostas laboratoriais - quando e como usar. **Jornal Brasileiro de Clínica & Estética em Odontologia**, Curitiba, v.4, n.19, p.13-21, fev. 2000.
29. PEIXOTO, A. K. M. et al. Restauração indireta em cerômero – cristobal: Relato de caso clínico. **Odontologia Clínico-Científica/ Scientific-Clinical**, Recife, v. 6, n. 3, p. 267-274, set. 2007.
30. MANHART, J. et al. Clinical study of indirect composite resin inlays in posterior stress-bearing preparations placed by dental students: Results after 6 months and 1, 2 and 3 years. **Quintessence Internation**, Munich, v. 41, n. 5, p. 1-12, mai. 2010.
31. MANGANI, F. et al. The success of indirect restorations in posterior teeth: a systematic review of the literature. **Minerva Stomatologica**, Roma, v. 64, n. 5, p.231-240, out. 2015.
32. AYRES, A. P. A. et al. Indirect Restoration Thickness and Time after Light-Activation Effects on Degree of Conversion of Resin Cement. **Brazilian Dental Journal**, Piracicaba, v. 26, n. 4, p. 363-367, jun. 2015.
33. ALBERO, A. et al. Comparative characterization of a novel cad-cam polymer-infiltrated-ceramic-network. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, Valencia, v. 7, n. 4, p. 495-500, jul. 2015.
34. CECI, M. et al. Effect of glycine pretreatment on the shear bond strength of a CAD/CAM resin nano ceramic material to dentin. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, Pavia, v. 8, n. 2, p. 146-152, jun. 2016.
35. STAWARCZYK, B; KRAWCZUK, A; ILIE, N. Tensile bond strength of resin composite repair in vitro using different surface preparation conditionings to an aged CAD/CAM resin nanoceramic. **Clinical Oral Investigations**, Munich, p. 1-10, jun. 2014.
36. BONFANTE, E. A. et al. Probability of survival of implant-supported metal ceramic and CAD/CAM resin nanoceramic crowns. **Dental Materials**, Bauru, p. 1-10, mai. 2015.
37. ELSAKA, E. S. Repair bond strength of resin composite to a novel CAD/CAM hybrid ceramic using different repair systems. **Dental Materials Journal**, Mansoura, v. 34, p. 161– 167, set. 2015.
38. MANUAL de instrução Brava Block. Disponível em: <<http://www.fgm.ind.br/site/produtos/dentistica-estetica/brava-block/>>. Acesso em: 17 nov. 2016.
39. ZHI, L.; BORTOLOTTI, T.; KREJCI, I. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. **The journal of prosthetic dentistry**,

Beijing, v. 115, p. 199-202. 2016.

40. SOARES, C. J. et al. Effect of surface treatments of laboratory fabricated composites on the microtensile bond strength to a luting resin cement. **Journal of Applied Oral Science**, Uberlândia, v. 12, n. 1, p. 45-50, set. 2004.

41. SIQUEIRA, F. et al. Laboratory performance of universal adhesive systems for luting CAD/CAM restorative materials. **The Journal of Adhesive Dentistry**, Ponta Grossa, v. 18, p.1-10, mai. 2016.

42. ANUSAVICE, J. K. et al. **Phillips Materiais dentários**. 12 ed. São Paulo: Elsevier, 2013.

43. SCHAUFFERT, Ana Claudia Bauer. Resistência de união ao cisalhamento a materiais CAD/CAM utilizando diferentes estratégias de cimentação adesiva. 2014, 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

44. KIM, R. J. et al. Performance of universal adhesives on bonding to leucite reinforced ceramic. **Biomaterials Research**, London, v. 19, n. 1, p. 1-6, mai. 2015.

45. LISE, D. P. et al. Microtensile Bond Strength of composite cement to novel CAD/CAM Materials as a Function of surface treatment and aging. **Operative Dentistry**, Santa Catarina, v. 41, n. 6, p. 1-9. 2016.

46. ELSAKA, E. S. Bond Strength of Novel CAD/CAM Restorative Materials to Self- Adhesive Resin Cement: The Effect of Surface Treatments. **The Journal of Adhesive Dentistry**, Mansoura, v. 16, n. 6, p. 531-541, ago. 2014.

47. BARUTCIGIL, K. et al. Effect of Different Surface Treatments on Bond Strength of Resin Cement to a CAD/CAM Restorative Material. **Journal of Prosthodontics**, Antalya, p. 1-8, out. 2016.