

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
CURSO DE ODONTOLOGIA

GABRIELA GUARESE LORENZETTI

**AVALIAÇÃO LONGITUDINAL DA INTERFACE ADESIVA POR CISALHAMENTO  
DE DIFERENTES CIMENTOS PARA RESTAURAÇÕES SEMIDIRETAS**

Porto Alegre  
2021

GABRIELA GUARESE LORENZETTI

**AVALIAÇÃO LONGITUDINAL DA INTERFACE ADESIVA POR CISALHAMENTO  
DE DIFERENTES CIMENTOS PARA RESTAURAÇÕES SEMIDIRETAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientador: Prof. Dr. Lucas Silveira Machado

Porto Alegre

2021

## CIP - Catalogação na Publicação

Lorenzetti, Gabriela Guarese  
AVALIAÇÃO LONGITUDINAL DA INTERFACE ADESIVA POR  
CISALHAMENTO DE DIFERENTES CIMENTOS PARA RESTAURAÇÕES  
SEMIDIRETAS / Gabriela Guarese Lorenzetti. -- 2021.  
31 f.  
Orientador: Lucas Silveira Machado.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade  
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,  
BR-RS, 2021.

1. Cimentação . 2. Restauração Semidireta. 3.  
Restauração direta-indireta. 4. Técnica de Cimentação.  
I. Machado, Lucas Silveira, orient. II. Título.

GABRIELA GUARESE LORENZETTI

**AVALIAÇÃO LONGITUDINAL DA INTERFACE ADESIVA POR CISLHAMENTO  
DE DIFERENTES CIMENTOS PARA RESTAURAÇÕES SEMIDIRETAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação em  
Odontologia da Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, como requisito parcial para  
obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Porto Alegre, 26 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Leandro Azambuja Reichert

UFRGS

Prof. Dr. Rafael Melara

UFRGS

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por todas as oportunidades e pela jornada iluminada que estou trilhando.

Depois, agradeço a minha mãe Inês, que desde pequena incentivou-me a dar o melhor de mim. Ela foi responsável por plantar a semente desse sonho e desde então o regou e adubou para que se tornasse realidade, por muitas vezes fazendo do impossível um possível. Obrigada por ser exemplo de força, garra e determinação.

Agradeço a minha irmã Eduarda, que mesmo nos momentos mais difíceis escolheu estar o meu lado e nunca soltou minha mão.

Agradeço ao meu namorado Pedro, por todo apoio, empenho e carinho que contribuíram para que esse sonho fosse realidade.

Agradeço ao meu pai Carlos, que apesar de todas as circunstâncias, foi exemplo de perseverança e fé.

Agradeço às minhas amigas e colegas Camila, Fabiane, Giovana, Natália e Nayara que deixaram essa jornada mais leve e proveitosa. Em especial a Giovana e Nayara, que passaram pelos mesmos desafios, que sempre me confortaram e acreditaram no meu potencial.

Agradeço o meu orientador Lucas, ainda que em circunstâncias totalmente atípicas, através do seu esforço e dedicação possibilitou que esse projeto fosse concluído.

*“Que nada nos limite, que nada nos defina, que nada nos sujeite. Que a liberdade seja nossa própria substância, já que viver é ser livre.”*

Simone de Beauvoir

## RESUMO

LORENZETTI, Gabriela Guarese. **Avaliação longitudinal da interface adesiva por cisalhamento de diferentes cimentos para restaurações semidiretas**. 2021. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

O objetivo do presente estudo foi avaliar, *in vitro*, diferentes estratégias adesivas para cimentação de restaurações semidiretas realizadas com resina composta. Foram utilizados 100 molares humanos hígidos e os fatores em estudo foram: o compósito utilizado na cimentação da restauração de resina composta em cinco níveis: cimento resinoso dual, cimento resinoso autoadesivo, resina composta, resina flow e resina bulk-fill flow; a espessura das restaurações foi de 2 mm; a avaliação de cisalhamento foi realizada em 2 tempos imediato e após 2 anos de imersão em água destilada. A variável de resposta foi: a resistência de união, analisada por meio do teste de cisalhamento. De acordo com os fatores em estudo, foram formados 5 grupos: G1 (Cimento Resinoso Convencional PermaFlo DC, Ultradent Products), G2 (Cimento Resinoso Autoadesivo RelyX U200, 3M ESPE), G3 (Resina Composta Forma, Ultradent Products) G4 (Resina Composta PermaFlo Flow, Ultradent Products) e G5 (Resina Composta SDR Surefil, Dentsply Sirona). Cada molar foi seccionado longitudinalmente, e cada metade correspondeu a um espécime, que foi incluído em um cilindro de resina acrílica autopolimerizável. Nos espécimes, foi criada uma smear layer padronizada, para então, receberem o tratamento de superfície correspondente a seu respectivo grupo e, em seguida, foi feita a cimentação da restauração semidireta em dentina, ambos de acordo com o protocolo dos fabricantes e, também, com seu respectivo grupo. Para a análise longitudinal, as amostras foram mantidas em água destilada pelo período de 2 anos e, posteriormente, submetidas ao ensaio de resistência de cisalhamento em uma máquina universal, a uma velocidade de 0,5 mm/min.. Os dados obtidos pelo ensaio de cisalhamento foram analisados estatisticamente pelos testes Shapiro-Wilk, two-way ANOVA e teste de Tukey. Imediatamente, o Cimento Resinoso Autoadesivo apresentou-se superior, quando comparado à Resina Composta ( $p < 0,001$ ) e ao grupo Resina Composta *Flow* ( $p < 0,021$ ). Após 24 meses de armazenamento em água, o Cimento Resinoso autoadesivo demonstrou superioridade estatística em comparação a todos os outros grupos de estudo. O grupo cimento resinoso convencional, foi a segunda média mais elevada dos grupos testados, no tempo imediato. Porém, após 24 meses houve uma redução significativa nos valores de resistência de união, para o grupo cimento resinoso convencional, resina flow, resina bulk-fill flow e resina composta. O grupo cimentado com resina composta, apresentou os valores mais baixos tanto no tempo imediato, como após 24 meses de armazenamento em água. Conclui-se que o agente de união autoadesivo apresentou a melhor estratégia adesiva para cimentação em dentina de peças semi-diretas em resina composta, após 24 meses de armazenamento em água.

Palavras chave: restauração semidireta; cimentação; técnica de cimentação

## ABSTRACT

LORENZETTI, Gabriela Guarese. Longitudinal evaluation of the shear bonding interface of different cements for semi-direct restorations. 2021. 31f. Course Conclusion Paper (Degree in Dentistry) – Faculty of Dentistry, Federal University of Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2021.

The aim of the present study was to evaluate, in vitro, different adhesive strategies for cementing semi-direct restorations made with composite resin. One hundred healthy human molars were used and the factors under study were: the composite used in the cementation of the composite resin restoration at five levels: dual resin cement, self-adhesive resin cement, composite resin, flow resin and bulk-fill flow resin; the thickness of the restorations was 2 mm; the shear evaluation was carried out in 2 immediate steps and after 2 years of immersion in distilled water. The response variable was: bond strength, analyzed using the shear test. According to the factors under study, 5 groups were formed: G1 (PermaFlo DC Conventional Resin Cement, Ultradent Products), G2 (RelyX U200 Self-adhesive Resin Cement, 3M ESPE), G3 (Form Composite Resin, Ultradent Products) G4 (Composite Resin PermaFlo Flow, Ultradent Products) and G5 (SDR Surefil Composite Resin, Dentsply Sirona). Each molar was sectioned longitudinally, and each half corresponded to a specimen, which was included in a self-curing acrylic resin cylinder. In the specimens, a standardized smear layer was created, to then receive the surface treatment corresponding to their respective group, and then the semi-direct restoration was cemented in dentin, both according to the manufacturers' protocol and also with their respective group. For the longitudinal analysis, the samples were kept in distilled water for a period of 2 years and, later, submitted to the shear strength test in a universal machine, at a speed of 0.5 mm/min. The data obtained by the test shear values were statistically analyzed by Shapiro-Wilk, two-way ANOVA and Tukey tests. Immediately, the Self-Adhesive Resin Cement was superior when compared to Composite Resin ( $p < 0.001$ ) and the Composite Resin Flow group ( $p < 0.021$ ). After 24 months of storage in water, the self-adhesive Resin Cement showed statistical superiority compared to all other study groups. The conventional resin cement group was the second highest average of the groups tested, in the immediate period. However, after 24 months there was a significant reduction in bond strength values for the conventional resin cement, flow resin, bulk-fill flow resin and composite resin group. The group cemented with composite resin showed the lowest values both immediately and after 24 months of storage in water. It is concluded that the self-adhesive bonding agent presented the best adhesive strategy for cementation of semi-direct pieces in composite resin in dentin, after 24 months of storage in water.

Keywords: semi-direct restoration; cementation; cementation technique

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Preparo dos dentes.

**Figura 2:** Confeção das restaurações semidiretas.

**Figura 3:** Representação da cimentação da restauração semidireta no espécime.

**Figura 4:** Esquema ilustrativo do preparo dos espécimes para realização dos testes de cisalhamento.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	12
2.1 OBJETIVO GERAL .....	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	13
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	13
3.2 CÁLCULO AMOSTRAL.....	13
3.3 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS.....	13
3.4 OBTENÇÃO E PREPARO DOS DENTES.....	15
3.5 CONFECÇÃO DAS RESTAURAÇÕES SEMIDIRETAS.....	16
3.6 GRUPOS EXPERIMENTAIS DO ESTUDO.....	17
3.7 PROCEDIMENTOS DE CIMENTAÇÃO.....	18
3.7.1 Tratamento de superfície da restauração semidireta .....	18
3.8 TRATAMENTO DO SUBSTRATO DENTAL E CIMENTAÇÃO.....	18
3.8.1 Cimento Convencional Resinoso (PermaFlo DC) .....	18
3.8.2 Cimento Autoadesivo (U200) .....	19
3.8.3 Resina Composta (Resina Forma) .....	19
3.8.4 Resina Composta Flow (Resina PermaFlo Flow ) .....	20
3.8.5 Resina Composta Bulk-fill Flow (SDR Surefil) .....	20
3.9 PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE CISALHAMENTO .....	20
3.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	22
<b>4 RESULTADOS</b> .....	23
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	24
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	28
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

Diante das dificuldades apresentadas por grandes reconstruções em restaurações diretas, como contração de polimerização, sensibilidade pós-operatória, rugosidade superficial, pigmentação, dificuldade na reprodução de detalhes anatômicos (CARDOSON, R. M. et al., 2012), no acabamento e polimento bem como uma polimerização pouco homogênea, surgiram indicações para que se usasse a técnica indireta. Essa técnica consiste no preparo do dente para receber a restauração, moldagem do paciente e envio do modelo para laboratório para a confecção da peça, a qual será cimentada posteriormente. Contudo, essa também apresenta algumas desvantagens quando comparadas a restaurações convencionais em resina, entre elas, a necessidade de mais etapas clínicas, resultando em um custo mais elevado e maior tempo de tratamento (MONTEIRO, R. V. et al., 2017).

Então, notou-se a possibilidade de uma interação entre essas duas técnicas, o uso de restaurações semidiretas (MONTEIRO, R. V. et al., 2017) ou também conhecidas como diretas-indiretas. A restauração semidireta compreende a moldagem e o preparo de uma restauração indireta com a confecção da peça fora da boca. Porém, nesse caso, a peça será confeccionada em resina composta pelo próprio profissional no seu consultório. A combinação entre as técnicas facilita consideravelmente a reprodução do contorno, ponto de contato e caracterização anatômica, além de possibilitar a polimerização adicional da peça conferindo melhor estabilidade química, mas sem o custo e tempo adicional do laboratório (LONGHI, D. G. K., 2013).

O surgimento desta técnica solucionou problemas de ambas as técnicas de restauração, direta e indireta, tornando-se uma escolha de tratamento bastante favorável. Porém, ao analisar os processos para a execução de tal técnica, percebe-se que não há um consenso entre os materiais utilizados para a cimentação da restauração em boca (KÖKEN S. et al., 2018). Já que os protocolos seguidos, na maioria dos estudos, dizem respeito a restaurações indiretas em outros materiais, principalmente peças em cerâmica.

Usualmente, em restaurações indiretas, os cimentos resinosos de dupla polimerização têm sido a escolha para a fixação desse tipo de peça (MENEZES, M. J. L., 2005). Porém, pensando na composição da restauração, existe a possibilidade de cimentação com a própria resina, lançando mão de recursos como, por exemplo,

resinas bulk-fill, resinas flow ou resina em massa, que terão uma ótima compatibilidade química, mas necessitam de uma polimerização adequada e uniforme para que mantenham suas propriedades de solubilização (CATELAN A. et al., 2013).

Nesse sentido, os cimentos resinosos possuem a vantagem de serem polimerizados quimicamente e não somente por fotopolimerização, como é o caso das resinas compostas (CATELAN A. et al., 2013; BARABANTI, N. et al., 2015). Por outro lado, estes materiais apresentam menor quantidade de carga inorgânica em sua composição, o que poderia oferecer menor resistência adesiva para a interface. Além disso, esses sistemas apresentam um custo mais elevado e as vezes com maior dificuldade de disponibilidade no dia a dia do consultório odontológico. Talvez por esta razão, alguns profissionais sugeriram o uso de resina composta, seja com baixa ou alta viscosidade, para a cimentação de restaurações realizadas pela técnica semidireta.

Sendo assim, tendo em vista as vantagens e desvantagens de cada sistema e a escassez de informações sobre qual procedimento de cimentação é mais adequado, justifica-se a necessidade de avaliar, por meio deste trabalho, diferentes técnicas de cimentação de peças semidiretas realizadas em resina composta. Para tanto, serão utilizados neste estudo, diferentes agentes de cimentação, de maneira imediata e longitudinal, a fim de observar o processo de degradação da interface adesiva.

*Hipótese Nula – Não haverá diferença entre os agentes cimentantes para restaurações semidireta, no tempo imediato e após 2 anos de armazenamento em água.*

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

O objetivo do presente estudo foi avaliar, dentre as técnicas apresentadas, qual a melhor estratégia adesiva para cimentação de restaurações semidiretas realizadas com resina composta ao longo do tempo.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Observar, dentre as técnicas apresentadas, qual a melhor estratégia adesiva de cimentação de restaurações semidiretas realizadas com resina composta, avaliando a resistência de união de diferentes tipos de cimentos: resinosos, autoadesivo, resina composta, resina flow e resina bulk-fill flow, imediatamente e após dois anos em imersão em água destilada, pelo teste de cisalhamento.

### 3 MATARIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O fator em estudo foi: o compósito utilizado na cimentação da restauração de resina composta, avaliado em cinco níveis: cimento resinoso convencional, cimento resinoso autoadesivo, resina composta de média viscosidade, resina composta de baixa viscosidade (*flow*) e resina composta de baixa viscosidade *bulk-fill flow* (tabela 1); além disso, o fator tempo também foi avaliado em 2 níveis: imediatamente e (longitudinalmente) após 2 anos de envelhecimento em água destilada. A variável de resposta foi a resistência de união, que foi analisada por meio do teste de cisalhamento.

#### 3.2 CÁLCULO AMOSTRAL

O cálculo amostral foi realizado através da fórmula para comparação de médias, com nível de confiança de 95% e erro máximo aceitável de 5%. A amostra foi acrescida de um valor superior a 10%, para compensar as possíveis perdas. Foram considerados para o cálculo: a diferença mínima entre as médias, o desvio padrão e o número de tratamentos. Um teste piloto obteve média de 19,5 MPa com desvio padrão de  $\pm 11,9$  MPa. Foi determinado um total de 15 repetições por tratamento. Sendo assim, os dentes foram distribuídos e randomizados em 5 grupos de estudo (n=20). O tamanho amostral está de acordo com estudos que utilizaram materiais e metodologias semelhantes (BREEMER, C. V. D. et al., 2019; PROCHNOW, E. P. et al, 2014; HIRONAKA, N. G. L. et al., 2018).

#### 3.3 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVAS

Foram utilizados cem molares humanos hígidos e recentemente extraídos. Todos receberam a cimentação da restauração semidireta, sendo realizado o teste de resistência de união ao cisalhamento em todas as amostras, respeitando o tempo de análise do delineamento do estudo.

Os dentes foram limpos e, imediatamente, armazenados em solução de soro fisiológico (0,09%) e timol a 37° C, por no máximo 3 meses após as extrações. O estudo foi submetido à Comissão de Pesquisa e ao Comitê de Ética em Pesquisa.

Tabela 1 – Cimentos utilizados

<b>Material</b>	<b>Composição/ Características</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Método de polimerização</b>
<b>Cimento Resinoso Convencional PermaFlo DC</b>	TEGMA, Bis-GMA.	<i>Ultradent Products</i>	Químico; fotoativado
<b>Cimento Resinoso Autoadesivo RelyX U200</b>	Monômeros de metacrilato, contendo grupos de ácido fosfórico, de monômeros de 14etacrilato alcalinos, estabilizadores, ativos, pigmentos, componente iniciador.	<i>3M ESPE</i>	Químico; fotoativado
<b>Resina Composta Forma</b>	Nano-híbrida com zircônia e trifluoreto de yttrbio, radiopacidade.	<i>Ultradent Products</i>	Fotoativado
<b>Resina Composta PermaFlo Flow</b>	Radiopacidade, metacrilato (based flowable composite), tixotrópica, 68%.	<i>Ultradent Products</i>	Fotoativado
<b>Resina Composta SDR Surefil</b>	Vidro de bário alumínio boro flúor silicato; Vidro de estrôncio alumínio flúor silicato; Resina dimetacrilato uretano modificada; Bisfenol A dimetacrilato etoxilado (EBPADMA); trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA); Canforoquinona (CQ) como fotoiniciador; Fotoacelerador; Hidroxi tolueno butilato (BHT); Estabilizante UV; Dióxido de titânio.	<i>Dentsply Sirona</i>	Fotoativado

Fonte: Próprio autor

### 3.4 OBTENÇÃO E PREPARO DOS DENTES

Inicialmente, o dente foi cortado no seu longo eixo, através de um corte longitudinal, com auxílio de um disco diamantado (Buehler Diamond Wafering Blade, Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA), sob irrigação constante, utilizando-se uma cortadeira metalográfica (Isomet 2000 – Buehler Ltd, Lake Bluff, IL, USA), para exposição do tecido dentinário, através da secção ao seu longo eixo no sentido vestibulo-lingual. O remanescente pulpar foi removido após o corte da estrutura dental. Vale salientar que após a separação das duas metades, uma metade foi utilizada para o teste imediato e a outra metade após o intervalo de 2 anos de envelhecimento em água destilada. Após, os espécimes foram fixados em forma de cilindros, confeccionados com resina acrílica autopolimerizável, com diâmetro de 2,5x2,5x2,5 cm. Nos espécimes, foi criada uma smear layer padronizada, através da fricção dos espécimes em lixa d'água #180, #400 e #600 pelo tempo de 1 minuto, utilizando a politriz (Tay and Pashley, 2001).

**Figura 1:** Preparo dos dentes.

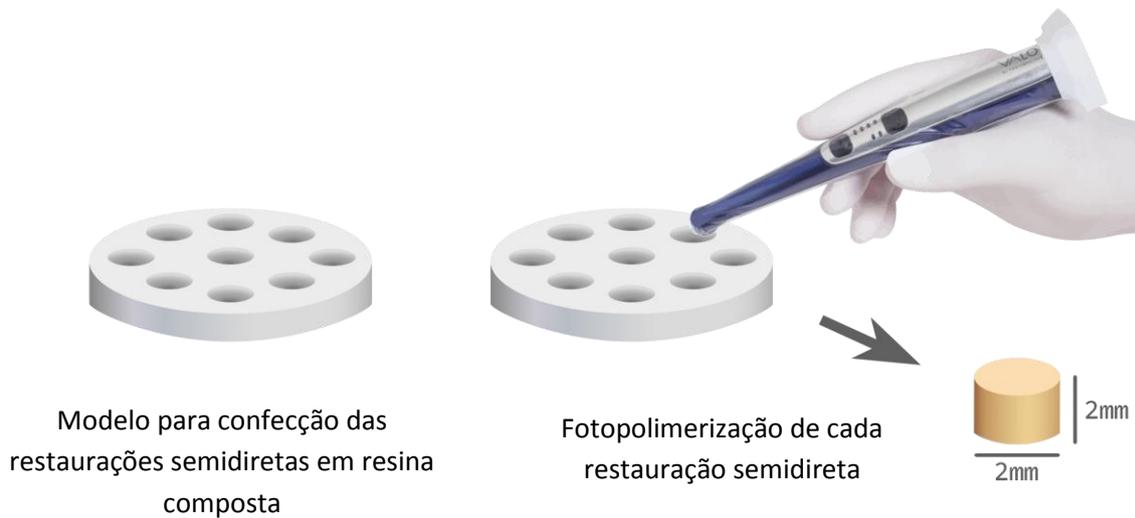


Fonte: Próprio autor.

### 3.5 CONFECÇÃO DAS RESTAURAÇÕES SEMIDIRETAS

A confecção das restaurações semidiretas foi executada através do modelo ilustrado na figura 2.

**Figura 2:** Confecção das restaurações semidiretas.



Fonte: Próprio autor.

A restauração foi realizada em resina composta, (Forma, Ultradent, Utah, USA), com auxílio de uma espátula de inox para resina (Goldstein Flexi- Thin- Hu-Friedy), utilizando incrementos verticais únicos, de 2 mm de espessura sobre o modelo ilustrado (figura 2), apoiado sobre uma laje de vidro e fotopolimerizado por 20 segundos com potência de 1000mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent, Utah, USA). Armazenadas em um recipiente de vidro previamente esterilizado. Após a realização das restaurações semidiretas, as peças foram cimentadas na região de maior área de dentina de cada dente, de acordo com o tipo de material selecionado para o seu respectivo grupo. A fim de padronizar a cimentação de cada espécime, foi utilizado o dispositivo representado abaixo (figura 3).

**Figura 3:** Representação da cimentação da restauração semidireta no espécime.



Fonte: Próprio autor.

### 3.6 GRUPOS EXPERIMENTAIS DO ESTUDO

Considerando os fatores a serem analisados e todas as combinações desejadas, foram formados 5 grupos de estudo, com 20 espécimes cada grupo (n=20).

**Tabela 2** – Grupos de estudo

<b>Grupo</b>	<b>Cimento</b>	<b>Restauração Resina Composta</b>
1- Cimento Convencional Resinoso	Cimento PermaFlo DC	Forma
2- Cimento Resinoso Autoadesivo	Cimento Autoadesivo RelyX U200	
3- Resina Composta	Resina Composta Forma	
4- Resina Composta <i>Flow</i>	Resina PermaFlo Flow	
5- Resina Composta <i>Bulk-fill flow</i>	Resina Composta SDR Surefil	

Fonte: Próprio autor.

### 3.6 PROCEDIMENTOS DE CIMENTAÇÃO

#### 3.6.1 Tratamento de superfície da restauração semidireta

Previamente à cimentação de cada restauração semidireta, de acordo com seu respectivo grupo, a restauração de resina recebeu o tratamento de superfície na face em que foi, posteriormente, cimentada, através da aplicação de um ácido fosfórico 35% (Ultra Etch, Ultradent, Utah, USA), durante 30 segundos, em seguida foi lavada com jatos de água e seca com jato de ar, por 15 segundos, após, foi aplicado o silano (Ultra Etch, Ultradent, Utah, USA), durante 1 minuto com jato de ar durante 5 segundos, em seguida, aplicou-se o adesivo Peak Universal Bond (Ultradent, Utah, USA) de forma ativa com pincel microbrush por 20 segundos, e, posteriormente, um suave jato de ar por 5 segundos, para evaporação do solvente e, então, foi fotopolimerizado por 20 segundos com potência de 1000mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent, Utah, USA). Este procedimento foi realizado para todas as restaurações em todos os grupos.

### 3.7 TRATAMENTO DO SUBSTRATO DENTAL E CIMENTAÇÃO

#### 3.7.1 Cimento Convencional Resinoso (PermaFlo DC)

Previamente a cimentação, o substrato dental recebeu um pré-tratamento, que consiste na limpeza com pasta de pedra pomes e água. Após, o dente foi lavado e o excesso de umidade foi removido, então aplicou-se o ácido fosfórico 35% (Ultra Etch, Ultradent, Utah, USA), durante 15 segundos em dentina. Logo após, o dente foi lavado com jatos de água e ar, por 15 segundos, fazendo o controle da umidade dentinária com filtros de papéis. Em seguida, o dente recebeu a aplicação do adesivo Peak Universal Bond (Ultradent, Utah, USA) de forma ativa com pincel microbrush por 20 segundos, posteriormente, foi aplicado um suave jato de ar por 5 segundos, para evaporação do solvente e então, o sistema adesivo foi fotopolimerizado por 20 segundos com potência de 1000mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent, Utah, USA).

Para cimentação da peça semidireta de resina composta, as superfícies preparadas dos espécimes pertencentes ao grupo 1, receberam Cimento PermaFlo DC (Ultradent, Utah, USA). Este cimento possui duas pastas acopladas, com pontas automisturadoras, que foram inseridas para que o material permanecesse homogêneo, para então, ser aplicado o cimento na superfície da restauração

semidireta, com auxílio de uma espátula de inox para resina (Goldstein Flexi- Thin-Hu-Friedy), e levada em posição, no dispositivo utilizado para padronizar a cimentação e, assim, levada até o dente para então realizar a adaptação da restauração e a cimentação. Após a remoção dos excessos, a restauração foi fotopolimerizada pelo tempo de 20 segundos com potência de 1000mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent, Utah, USA).

### 3.7.2 Cimento Autoadesivo (U200)

Os espécimes pertencentes a esse grupo, receberam o cimento resinoso autoadesivo RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, MN, USA). Para tanto, previamente a cimentação, o substrato dental recebeu um pré-tratamento que consiste na limpeza com pasta de pedra pomes e água.

O cimento resinoso autoadesivo (RelyX U200, 3M ESPE), foi dispensado em um bloco de mistura, com a finalidade de deixar as pastas homogêneas para, posteriormente, ser aplicado o cimento na superfície da restauração semidireta, já tratada previamente. Então, a restauração semidireta foi levada até o dispositivo padrão utilizado e, assim, a restauração e o cimento, com auxílio de uma espátula de inox para resina (Goldstein Flexi- Thin- Hu-Friedy), foram levados até o dente para ser realizada a adaptação e a cimentação, simultaneamente. Após a remoção dos excessos, a restauração foi fotopolimerizada pelo tempo de 20 segundos com potência de 1000mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent, Utah, USA).

### 3.7.3 Resina Composta (Resina Forma)

Os espécimes, pertencentes a esse grupo, foram cimentados com resina composta Forma (Ultradent, Utah, USA).

Previamente a cimentação, o substrato dental recebeu-se um pré-tratamento que consiste na limpeza com pasta de pedra pomes e água. Após, o dente foi lavado e o excesso de umidade foi removido, então foi aplicado o ácido fosfórico 35% (Ultra Etch, Ultradent, Utah, USA), em dentina durante 15 segundos. Logo após, o dente foi lavado com jatos de água e ar, por 15 segundos, fazendo o controle da umidade dentinária com filtros de papéis. Em seguida, o dente recebeu a aplicação do adesivo Peak Universal Bond (Ultradent, Utah, USA) de forma ativa com pincel microbrush por 20 segundos, posteriormente, foi aplicado um suave jato de ar por 5 segundos, para

evaporação dos solventes e então, o sistema adesivo foi fotopolimerizado por 20 segundos com potência de 1000mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent, Utah, USA).

Para a cimentação da restauração, uma fina camada de resina composta Forma (Ultradent, Utah, USA) foi utilizada, com auxílio de uma espátula de inox para resina (Goldstein Flexi- Thin- Hu-Friedy), de modo a preencher toda a área da restauração, sendo então, posicionada a peça semidireta no dispositivo utilizado, e a restauração, juntamente, com o compósito cimentante, foi levada ao dente, para que houvesse a adaptação da peça e a cimentação do substrato. Após a remoção dos excessos, a restauração foi fotopolimerizada pelo tempo de 20 segundos com potência de 1000mW/cm<sup>2</sup> (Valo, Ultradent, Utah, USA).

#### 3.7.4 Resina Composta Flow (Resina PermaFlo Flow )

Os espécimes pertencentes a esse grupo receberam a resina composta PermaFlo *Flow* (Ultradent, Utah, USA), para cimentação da restauração semidireta. Para tanto, os mesmos passos descritos no grupo 3 foram realizados, porém, ao invés da utilização de resina composta, foi utilizado a resina composta *flow* como agente união entre a restauração e o dente.

#### 3.7.5 Resina Composta Bulk-fill Flow (SDR Surefil)

Os espécimes pertencentes a esse grupo receberam a resina composta *bulk-fill flow* (SDR Surefil, Dentsply, Caulk, Milford, DE, USA), para cimentação da restauração semidireta. Para tanto, os mesmos passos descritos no grupo 3 foram realizados, porém, ao invés da utilização de resina composta, foi utilizado a resina composta *bulk-fill flow* como agente união entre a restauração e o dente.

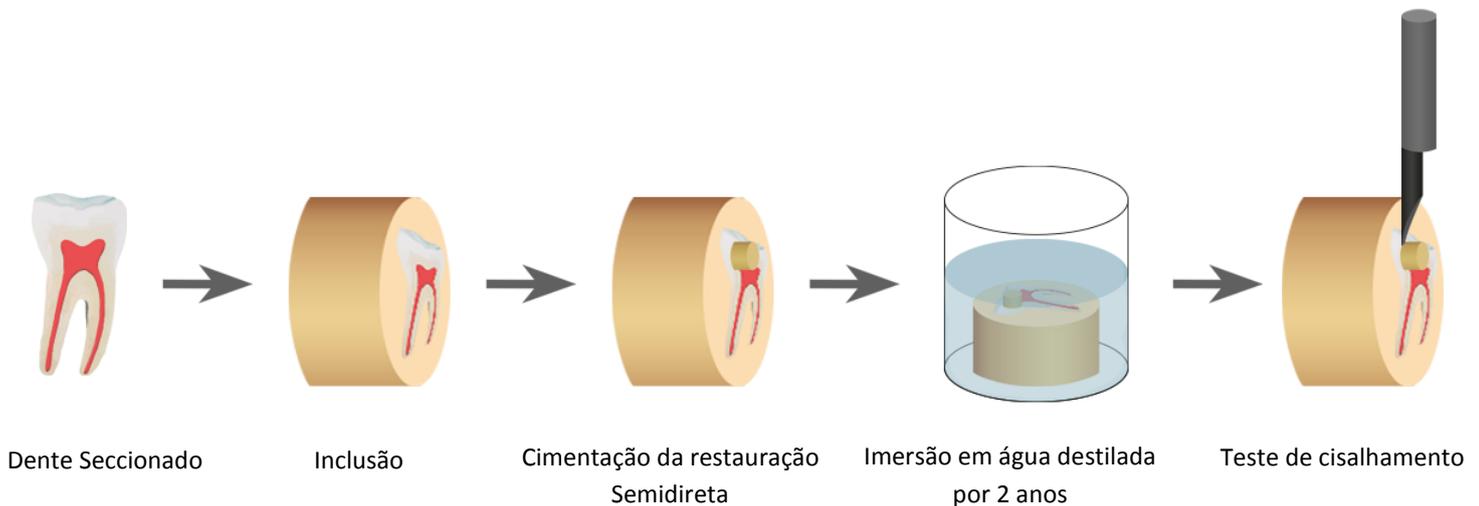
### 3.8 PREPARO DOS ESPÉCIMES PARA O TESTE DE CISALHAMENTO

Após fixados os espécimes e realizada a cimentação da restauração de resina composta, assim como ilustrado na Figura 4. Os espécimes foram divididos em 2 grupos: imediato e após 24 meses de imersão em água destilada. O grupo imediato foi submetido ao ensaio de resistência de cisalhamento em uma máquina universal, denominada Modelo EZ-SX (Shimadzu), a uma velocidade de 0,5 mm/min.

Os espécimes não testados imediatamente foram armazenados em água destilada por 24 meses, e após esse período foram testados igualmente ao grupo imediato.

A tensão de ruptura dos espécimes foi determinada pela razão entre a carga registrada no momento da ruptura (kgf) e a área do espécime no plano de fratura ( $\text{cm}^2$ ), expressa em MPa. Esses valores foram denominados de resistência de união (RU) para cada espécime testado.

**Figura 4:** Esquema ilustrativo do preparo dos espécimes para realização dos testes de cisalhamento.



Fonte: Próprio autor

A área da secção longitudinal de cada amostra foi mensurada com o paquímetro digital (Absolute Digimatic, Mitutoyo, Tóquio, Japão) e anotadas para posterior cálculo da resistência ao cisalhamento. Os espécimes de cada grupo de estudo foram divididos aleatoriamente para os testes de cisalhamento.

### 3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram analisados através do software Sigma Plot 12.0 (Systat Software, Inc). Os dados de resistência de união (MPa) de cada grupo de estudo foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, sendo então, aplicado ANOVA dois fatores, considerando dois fatores cimento e tempo. Comparações múltiplas foram realizadas pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

#### 4 RESULTADOS

Pode-se observar que, as médias de resistência de união do grupo teste realizado com o Cimento Resinoso Autoadesivo apresentou-se superior com  $23,14 \pm (8,85)$ , demonstrando diferença estatisticamente significativa, quando comparado a Resina Composta ( $p < 0,001$ ) e ao grupo Resina Composta *Flow* ( $p < 0,021$ ). Após 24 meses de armazenamento em água, o cimento Resinoso autoadesivo demonstrou superioridade estatística em comparação a todos os outros grupos de estudo. Já a média de resistência de união do Grupo Cimento Resinoso Convencional, foi a segunda média mais elevada dos grupos testados, com  $20,08 \pm (7,22)$  no tempo imediato. Porém, após 24 meses houve uma redução significativa nos valores de resistência de união, como também observado para os grupos resina flow, resina bulk-fill flow e resina composta. Ao analisar os dados, percebe-se, também, que a média de resistência de união mais baixa, ocorreu no grupo cimentado com Resina Composta, tanto no tempo imediato, como após 24 meses de armazenamento em água.

**Tabela 3** – Média em MPa e desvio padrão para os cinco grupos experimentais analisados, no tempo imediato e 24 meses.

	<b>Cimento Resinoso Convencional</b>	<b>Cimento Resinoso Autoadesivo</b>	<b>Resina Composta</b>	<b>Resina Composta <i>Flow</i></b>	<b>Resina Composta <i>Bulk-fill Flow</i></b>
Imediato	20,08 $\pm (7,22)$ A,a,b	23,14 $\pm (8,85)$ A,a	7,74 $\pm (5,21)$ A,c	15,50 $\pm (6,75)$ A,b	19,19 $\pm (9,28)$ A,a,b
24 meses	10,77 $\pm (7,71)$ B,b	20,55 $\pm (11,94)$ A,a	5,76 $\pm (3,41)$ B,c	7,08 $\pm (7,77)$ B,b,c	11,92 $\pm (10,50)$ B,b

*Letras maiúsculas na coluna, letras minúsculas na linha. Letras diferentes apresentam diferença estatística*

## 5 DISCUSSÃO

Comparando-se os grupos imediato e 24 meses foram notadas diferenças estatísticas entre eles, rejeitando a hipótese nula. No tempo imediato, notou-se uma superioridade nos valores de resistência de união para os grupos Cimento Resinoso Autoadesivo, Cimento Resinoso Convencional e Resina Bulk Fill Flow. Porém, quando esses mesmos materiais foram expostos a uma avaliação longitudinal imersos em água destilada durante 24 meses, os resultados em relação a resistência de união dos grupos de Cimento Resinoso Convencional e Resina Bulk Fill Flow demonstraram um importante declínio na sua capacidade adesiva. Diferentemente, o grupo do Cimento Resinoso Autoadesivo manteve seu bom desempenho ao longo do tempo, mostrando-se estatisticamente superior em comparação a todos os outros grupos de estudo.

Ao analisar os resultados, a perda dos valores de resistência de união talvez pode ser justificada devido à degradação hidrolítica, ou seja, a ação da água sobre a interface adesiva. A degradação da interface adesiva é considerada o fator principal no envelhecimento da camada híbrida e consequente falha na adesividade da união (HOFSTAETTER, V., 2020). Durante a remoção de tecido cariado ou preparo da dentina para receber a restauração, forma-se uma lama dentinária, conhecida como smear layer. Para melhorar a adesão acredita-se que é necessário remover essa camada através do condicionamento com ácido fosfórico. Após a ação do agente ácido, são expostas fibras colágenas que permitem a infiltração do adesivo na dentina, dando origem a chamada camada híbrida, que é a principal responsável pela adesão entre o substrato dentinário e o cimento ou sistema adesivo (FRASSETTO, A. et al, 2014).

A estabilidade da interface de união depende de uma camada híbrida compacta e homogênea, ou seja, a superfície dentinária deve ser condicionada por ácidos, para posterior aplicação do primer que facilitará a penetração do adesivo. Porém, ainda que disposta de maneira ideal, a camada híbrida pode sofrer alterações quando submetida a ação de fatores físico e químicos, como por exemplo a água (SOUZA, T. F. de et al., 2018; SOUZA, J. H. P. de; MORO, A. F. V., 2014). Essa degradação ocorre, pois, mesmo com um selamento marginal adequado, o adesivo não preenche totalmente essa camada, a partir disso ocorre difusão de pequenos íons e moléculas da camada, resultando em nanoinfiltrações. A redução da resistência de união também pode ocorrer devido à sorção da água na interface adesiva, que diminui a

elasticidade dessa interface. (HOFSTAETTER, V., 2020). Salienta-se também o fato do sistema adesivo utilizado neste estudo, ser de 2 passos, ou seja, o primer está inserido no mesmo frasco do monômero resinoso. Talvez isso possa justificar, possíveis falhas no preenchimento da malha colágena exposta após o condicionamento ácido. (OZER, F.; BLATZ, M. B., 2013; FERREIRA, J. C. et al., 2016; BRESCHI L. et al., 2008).

Pode-se perceber, também, que a diminuição significativa dos valores de resistência de união ocorreu predominantemente nos grupos em que foi utilizado o sistema adesivo, posteriormente ao uso de ácido fosfórico. A matriz dentinária, quando condicionada, tende a sofrer degradação de enzimas proteolíticas derivadas da própria dentina, mesmo na ausência de bactérias, que causam a hidrólise de fibras colágenas. Esse processo é chamado de degradação enzimática. (HOFSTAETTER, V., 2020). A degradação enzimática ocorre quando existe o condicionamento ácido da dentina e a aplicação do adesivo, pois eles ativam as metaloproteinases da matriz, as quais possuem atividade enzimática degradando as fibrilas de colágeno tipo I da camada híbrida, resultando na degradação da interface ao longo do tempo (SOUZA, T. F. de et al., 2018).

Em síntese, durante o condicionamento ácido para a adequação da dentina, pode ocorrer o colapso de algumas fibras colágenas, resultando em uma incompleta infiltração do monômero na zona de dentina desmineralizada (GIANNINI, M. et al., 2015) favorecendo a degradação hidrolítica e enzimática, resultando na nanoinfiltração e interferindo negativamente nos valores de resistência de união. (SOUZA, T. F. de et al., 2018).

Seguindo o raciocínio sobre degradação enzimática, pode-se tê-la como hipótese favorável ao analisar a boa resistência de união do cimento autoadesivo. Os sistemas autoadesivos não necessitam da etapa de condicionamento ácido, pois durante os estágios iniciais da reação química há uma diminuição do pH, que é responsável pela desmineralização da camada dentinária e facilita a penetração do cimento nos túbulos dentinários, conseqüentemente não há exposição de fibras colágenas e nem ativação das metaloproteinases. (FERRACANE, J.L.; STANSBURY, J.W.; BURKE, F.J.T., 2010; MANSO, A. P. et al., 2011).

Os cimentos autoadesivos são materiais híbridos que combinam características de resinas compostas e de adesivos autocondicionantes. No início da reação o

cimento autoadesivo tem característica hidrofílica, o que facilita sua adaptação à dentina, mas conforme ocorre a reação do ácido com o cálcio presente no substrato dental, o cimento ganha propriedade hidrofóbicas. Esse ácido solubiliza parte da carga presente no cimento liberando íons que participam da fase de endurecimento do cimento. Acredita-se que a reação entre os componentes de monômeros ácidos desses cimentos e o cálcio tenham uma boa interação, fornecendo um meio de retenção micromecânica e química, contribuindo assim para o bom desempenho do cimento (FERRACANE, J.L.; STANSBURY, J.W.; BURKE, F.J.T., 2010). Além disso, pode-se destacar a característica de dupla polimerização deste agente cimentante. Já é consenso na literatura que a fotopolimerização desempenha papel fundamental na conversão monomérica em polímeros.

Sendo assim, em relação a resina composta, que apresenta necessidade de fotoativação, apresentou os valores mais baixos de resistência de união tanto no tempo imediato, como após 24 meses. Uma justificativa para este fato, talvez esteja relacionado a característica da viscosidade deste material que pode ter corroborado para esses resultados (WAGNER, W. C. et al., 2008). Essa característica dificulta o ajuste da peça, pelo baixo escoamento que este sistema pode oferecer, podendo aumentar a película adesiva. Além disso, a presença de um interposto com baixa translucidez ou o aumento da distância entre o espécime e o fotopolimerizador, podem ter prejudicado o processo de polimerização, conseqüentemente diminuindo a longevidade adesiva da restauração. O grau de conversão dos monômeros em polímeros altera as características do compósito final como solubilidade, estabilidade de cor, propriedades mecânicas e até mesmo biocompatibilidade, sendo um fator indispensável para o sucesso do tratamento (BESEGATO J. F. et al., 2019; BALAGOPAL, S. et al., 2021). Essa necessidade de polimerização para a efetividade do tratamento é um dos fatores mais relevantes na escolha de sistemas de cimentação duais para cimentação de peças indiretas.

Por outro lado, tem se observado na literatura estudos que sugerem o pré-aquecimento das resinas compostas para serem utilizadas como agentes cimentantes de restaurações indiretas. O aquecimento do compósito altera sua característica física, aumentando a fluidez deste material (DARONCH, M. et al., 2007; TEIXEIRA, J. P. S. et al., 2021). Talvez em estudos futuros poderia ser interessante a investigação da influência do aquecimento da resina composta, para avaliar se ocorre benefícios

na resistência de união destes materiais (RICKMAN, L. J.; PADIPATVUTHIKUL, P.; CHEE, B., 2011). Concomitantemente, este é um passo a mais no processo adesivo, podendo demandar maior treinamento técnico para utilização de cimentação com resinas aquecidas. Além disso, aumenta o custo, pois exige um aparelho eletrônico específico para esta finalidade.

O presente estudo teve como objetivo testar a resistência de união da interface adesiva de diferentes cimentos de forma imediata e após 24 meses, utilizando um ensaio laboratorial com testes de cisalhamento. Porém, levando em consideração as limitações de um estudo in vitro, quando comparados aos estudos que analisam comportamentos clínicos, observa-se a necessidade da realização de mais estudos laboratoriais com metodologias complementares, até mesmo com ensaios clínicos randomizados para poder observar melhor os resultados e o comportamento de agentes cimentantes de restaurações semidiretas.

## **5 CONCLUSÃO**

Por meio da metodologia utilizada, foi possível concluir que o Cimento Resinoso Autoadesivo apresentou desempenho similar aos cimento resinoso dual e resinas de consistência fluída no tempo imediato. Após 24 meses de armazenamento em água, o cimento autoadesivo foi o único que apresentou estabilidade adesiva em dentina.

## REFERÊNCIAS

BALAGOPAL, S. et al. Comparative evaluation of the degree of conversion of four different composites polymerized using ultrafast photopolymerization technique: An in vitro study. *J. Conserv. Dent., Tamil Nadu*, v. 24, n.1, p. 77–82, Jan.-Feb. 2021.

BARABANTI, N. et al. Indirect composite restorations luted with two different procedures: A ten years follow up clinical trial. *Journal of clinical and experimental dentistry, Brescia*, v. 7, n. 1, p.54–59, 1 Feb. 2015.

BESEGATO J. F. et al. Effect of light-curing protocols on the mechanical behavior of bulk-fill resin composites. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Londrina*, v. 90, p. 381-387, Feb. 2019.

BREEMER, C. V. D. et al. Effect of Immediate Dentin Sealing and Surface Conditioning on the Microtensile Bond Strength of Resin-based Composite to Dentin. *Operative dentistry, Groningen*, vol. 44 n. 6, p. 289-298, Nov-Dec. 2019.

BRESCHI L. et al. Dental adhesion review: Aging and stability of the bonded interface. *Dental Materials, Trieste*, v. 24, n. 1, p. 90-101, Jan. 2008

CARDOSON, R. M. et al. Onlay com resina composta direta: Relato de caso clínico. *Odontol. Clín.-Cient. (Online), Recife*, v.11, n. 3, p. 259-264, Jul./Set. 2012.

CATELAN A. et al. Effect of light curing modes on mechanical properties of direct and indirect composites. *Acta Odontol Scand., Siena*, v. 71, n. 3-4, p. 697-702, May-Jul. 2013.

DARONCH, M. et al. Effect of composite temperature on in vitro intrapulpal temperature rise. *Dental Materials, São Paulo*, v.23, n. 10, p.1283-1288, oct. 2007

FERRACANE, J.L.; STANSBURY, J.W.; BURKE, F.J.T. Self-adhesive resin cements – chemistry, properties and clinical considerations. *Journal of Oral Rehabilitation, Portland*, v.38, n.4, p. 295-314, Dec. 2010.

FERREIRA, J. C. et al. Etch-and-Rinse and Self-Etch Adhesives Behavior on Dentin. *Adhesives - Applications and Properties, Porto*, Jul. 2016.

FRASSETTO, A. et al. Mechanisms of degradation of the hybrid layer in adhesive dentistry and therapeutic agents to improve bond durability—A literature review. *Dental Materials*, Trieste, v. 32, n.2, p. 41–53, Nov. 2015.

GIANNINI, M. et al. Self-etch adhesive systems: a literature review. *Brazilian dental journal*, Piracicaba, v. 26, n. 1, p. 3-10, Jan-Feb. 2015.

HIRONAKA, N. G. L. et al. Influence of immediate dentin sealing and interim cementation on the adhesion of indirect restorations with dual-polymerizing resin cement. *The Journal of prosthetic dentistry*, Maringá, vol. 119, n. 4, p. 678-678, Apr. 2018.

HOFSTAETTER, V.; *Sistemas Adesivos Autocondicionantes: Uma revisão de literatura. Trabalho Conclusão do Curso (Graduação em Odontologia) Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2020.*

KÖKEN S. et al. Marginal sealing of relocated cervical margins of mesio-occluso-distal overlays. *J Oral Sci.*, Siena, v. 60, n. 3, p. 460-468, Sep. 2018.

LONGHI, D. G. K. Onlay de resina composta pela técnica semidireta. *Dissertação (Especialização em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2013.*

MANSO, A. P. et al. Cements and Adhesives for All-Ceramic Restorations. *Dental Clinics of North America*, Bauru, v. 55, n. 2, p. 311-332, Apr. 2011.

MENEZES, M. J. L. Avaliação da resistência de união de sistemas adesivos de dupla-presa, fotoativados e autopolimerizável indicados para cimentação de peças protéticas. *Dissertação (Especialização em Dentística) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas. Piracicaba, 2005*

MONTEIRO, R. V. et al. Técnica semidireta: abordagem prática e eficaz para restauração em dentes posteriores. *Revista Ciência Plural*, Florianópolis, v. 3, n. 1, p. 12-21, Jul. 2017.

OZER, F.; BLATZ, M. B. Self-etch and etch-and-rinse adhesive systems in clinical dentistry. *Compendium of continuing education in dentistry, Jamesburg*, v. 34, n.1, p.12–30, Jan. 2013.

PROCHNOW, E. P. et al. Microtensile bond strength between indirect composite resin inlays and dentin: effect of cementation strategy and mechanical aging. *The journal of adhesive dentistry, Santa Maria*, vol. 16, n. 4, p. 357-63, Ago. 2014.

RICKMAN, L. J.; PADIPATVUTHIKUL, P.; CHEE, B. Clinical applications of preheated hybrid resin composite. *Br Dent J., Manchester* v. 211, n. 2, p.63-7, jul. 2011.

SOUZA, J. H. P. de; MORO, A. F. V.; Solventes do Primer: revisão de literatura. *Rev. Bras. Odontol., Rio de Janeiro* v. 71, n.1, p. 80-84, Jan./Jun. 2014.

SOUZA, T. F. de et al. Alternativas para minimizar a degradação da interface adesiva de restaurações dentais: revisão da literatura. *ARCHIVES OF HEALTH INVESTIGATION, Presidente Prudente*, v. 7, n. 3, p. 82-86, 2018.

TEIXEIRA, J. P. S. et al. Uso de resina pré-aquecida como material cimentante em restauração indireta: Uma revisão de literatura. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, e2810716293, 2021.

WAGNER, W. C. et al. Effect of Pre-heating Resin Composite on Restoration Microleakage. *Operative Dentistry, Detroit*, v. 33, n. 1, p. 72-78. Jan-Feb 2008.