

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**YAMILLE DE LIMA SOUZA**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO DE  
RESINA COMPOSTA EM RESTAURAÇÕES CLASSE I**

**MANAUS- AM**

**2024**

**YAMILLE DE LIMA SOUZA**

**RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO DE  
RESINA COMPOSTA EM RESTAURAÇÕES CLASSE I**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, da Faculdade de Odontologia, da Universidade Federal do Amazonas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rui Isidro Falacho da Fonseca Almeida  
Coorientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana Mendonça da Silva Martins

MANAUS- AM

2024

## Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

S729r Souza, Yamille de Lima  
Resistência de união de diferentes técnicas de inserção de resina composta em restaurações classe I. / Yamille de Lima Souza . 2024  
61 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Rui Isidro Falacho da Fonseca Almeida  
Coorientadora: Luciana Mendonça da Silva Martins  
Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Universidade Federal do Amazonas.

1. Resina composta. 2. Resistência à tração . 3. Técnica de inserção . 4. Técnica de inserção. I. Almeida, Rui Isidro Falacho da Fonseca. II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

YAMILLE DE LIMA SOUZA

RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO DE  
RESINA COMPOSTA EM RESTAURAÇÕES CLASSE I

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-graduação em  
Odontologia, da Faculdade de  
Odontologia, da Universidade Federal  
do Amazonas, como requisito parcial  
à obtenção do título de Mestre em  
Odontologia.

Aprovada em: 06/03/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Rui Isidro Falacho da Fonseca Almeida

Orientador

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Prof. Dr. Leandro de Moura Martins

Membro interno

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

Prof. Dr. Diego Ferreira Regalado

Membro externo

UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS

Aos meus **pais e familiares**, que com carinho e dedicação me apoiaram em toda minha trajetória até aqui, dedico-lhes mais esta importante conquista.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus**, por sempre me mostrar o caminho a ser seguido, pela força e coragem durante esta caminhada.

Aos meus pais, **Dantas e Conceição**, meus exemplos de vida.

Ao meu namorado, **João Paulo**, por ser meu companheiro e apoiador.

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Rui Isidro Falacho da Fonseca Almeida** e minha coorientadora **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Mendonça da Silva Martins** por toda trajetória no Mestrado, orientações e dedicação.

Às minhas **colegas de turma** do Mestrado, com as quais compartilhei risadas, aflições e companheirismo ao longo destes dois anos, desejo-lhes muito sucesso em suas trajetórias.

A **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (Posgrad/FAPEAM)** e **Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (FAO-UFAM)** pelo incentivo e apoio na realização desta pesquisa.

## RESUMO

Na literatura científica, persiste uma controvérsia acerca do impacto das técnicas de inserção na longevidade e resistência de união de restaurações de resina composta à estrutura dentária. Neste contexto, o presente estudo objetivou avaliar a resistência de união e padrões de falhas de diferentes técnicas de inserção de resina composta em dentes humanos extraídos. Vinte e quatro molares hígidos foram sub-divididos em 3 grupos de acordo com a técnica restauradora: incremental horizontal (RCH), incremental oblíqua (RCO) e técnica bulkfill (RCB). Todos os dentes passaram por um procedimento padronizado e foram restaurados de acordo com a técnica restauradora alocada a cada grupo. Em seguida foram submetidos a máquina de corte (ODEME OCP 100 LC, Santa Catarina, Brasil) e teste de microtração (ODEME OM100, Santa Catarina, Brasil), a uma velocidade de 0,5mm/seg até a falha. A avaliação dos resultados foi realizada com o auxílio de um microscópio, em uma ampliação de 30x, classificando as falhas como adesivas, coesivas (em resina ou dentina) ou mistas. Para a análise comparativa das tensões, empregou-se a análise descritiva e um modelo de regressão linear misto. Adicionalmente, a análise de Weibull foi utilizada para investigar a probabilidade de fratura, adotando-se um nível de significância estatística de 0,05 e os programas estatísticos Matlab (R2021b) e IBM® SPSS® v28. Dos 158 espécimes analisados, não se observou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,769$ ), nem associação significativa entre o tipo de fratura e as técnicas empregadas ( $p>0,05$ ). Este estudo concluiu que não há diferença na resistência de união das diferentes técnicas de inserção de resinas compostas avaliadas.

Palavras-chave: resinas compostas; resistência à tração; técnica de inserção.

## ABSTRACT

In the scientific literature, controversy persists regarding the impact of insertion techniques on the longevity and bond strength of composite resin restorations to the tooth structure. In this context, the present study aimed to evaluate the bond strength and failure patterns of different composite resin insertion techniques in extracted human teeth. Twenty-four sound molars were subdivided into 3 groups according to the restorative technique: horizontal incremental (RCH), oblique incremental (RCO) and bulkfill technique (RCB). All teeth underwent a standardized procedure and were restored according to the restorative technique allocated to each group. They were then subjected to a cutting machine (ODEME OCP 100 LC, Santa Catarina, Brazil) and microtensile test (ODEME OM100, Santa Catarina, Brazil), at a speed of 0.5mm/sec until failure. The evaluation of the results was carried out with the aid of a microscope, at a magnification of 30x, classifying the failures as adhesive, cohesive (in resin or dentin) or mixed. For the comparative analysis of tensions, descriptive analysis and a mixed linear regression model were used. Additionally, Weibull analysis was used to investigate the probability of fracture, adopting a statistical significance level of 0.05 and the statistical programs Matlab (R2021b) and IBM® SPSS® v28. Of the 158 specimens analyzed, there was no statistically significant difference between the groups ( $p=0.769$ ), nor a significant association between the type of fracture and the techniques used ( $p>0.05$ ). This study concluded that there is no difference in the bond strength of the different composite resin insertion techniques evaluated.

Keywords: composite resins; tensile strength; insertion technique.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Corte das raízes com o auxílio de disco diamantado .....	30
Figura 2 – Hibridização da câmara pulpar .....	30
Figura 3 – Uso de brocas tronco-cônicas para confecção dos preparos oclusais .....	31
Figura 4 – Padronização das preparações oclusais .....	31
Figura 5 – Condicionamento seletivo do esmalte .....	32
Figura 6 – Fotoativação do sistema adesivo .....	32
Figura 7 – Esquematização da técnica restauradora de cada grupo .....	33
Figura 8 – Padronização dos incrementos de resina composta .....	34
Figura 9 – Bases de prova inseridas na máquina de corte .....	35
Figura 10 - Cortes no sentido vestibulo-palatino .....	35
Figura 11 - Estabilização dos cortes com silicone de condensação fluido .....	35
Figura 12 - Bastonetes .....	36
Figura 13 - Modos de falhas .....	36



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Boxplot da variação de dados entre os grupos .....	44
Gráfico 2 -	Probabilidade de falhas entre os grupos em função da tensão e tempo decorrido .....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição das resinas compostas .....	42
Tabela 2 – Análise descritiva entre os grupos....	44
Tabela 3 – Comparação numérica da análise de Weibull .....	45
Tabela 4 – Frequência absoluta e relativa do tipo de fratura .....	46

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de variância
BIS-EMA	Bisfenol dimetacrilato etoxilado
BIS-GMA	Bisfenol glicidilmetacrilato
cm	Centímetro
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
FAO	Faculdade de Odontologia
g/mol	Gramas por mol
Mpa	Megapascal
MOD	Mesio-ocluso-distal
$\mu\text{m}$	Micrômetro
mm	Milímetro
$\text{mm}^2$	Milímetro quadrado
$\text{mW/cm}^2$	Miliwatts por centímetro quadrado
nm	Nanômetro
$p$	Nível de significância
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato
UDMA	Uretano dimetacrilato
UFAM	Universidade Federal do Amazonas

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
2.1	Resinas compostas .....	15
2.2	Contração de polimerização .....	17
2.3	Fotopolimerização.....	19
2.4	Adesão .....	20
2.5	Técnica de inserção .....	22
2.6	Teste de microtração .....	25
<b>3</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	27
<b>4</b>	<b>HIPÓTESE</b> .....	28
4.1	Hipótese alternativa .....	28
<b>5</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
5.1	Resumo do delineamento .....	29
5.2	Amostra .....	29
5.3	Padronização .....	30
5.4	Grupos .....	33
5.5	Secção e teste .....	34
5.6	Considerações éticas .....	37
5.7	Descarte das amostras .....	37
5.8	Análise estatística .....	37
<b>6</b>	<b>ARTIGO</b> .....	39
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	50
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	51
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E</b>	55
	<b>ESCLARECIDO</b> .....	
	<b>ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP</b> .....	57

## 1 INTRODUÇÃO

As resinas compostas dentais surgiram através da criação do monômero Bis-GMA (Bisfenol glicidilmetacrilato), derivado da resina epóxica, ácido metacrílico e adição de partículas de quartzo silanizadas, por Raphael L. Bowen em 1962 (BOWEN, 1963).

O aumento da necessidade de materiais cada vez mais conservadores, biocompatíveis, duradouros, adesivos e principalmente estéticos, levou à ampla aceitação das resinas compostas como sendo um dos materiais mais versáteis na Odontologia. Atualmente, a diversidade de resinas compostas abrange uma vasta gama de aplicações clínicas, incluindo materiais restauradores diretos e indiretos, selantes, cimentos e materiais provisórios (BAYNE et al., 2019).

As resinas compostas são predominantemente fotopolimerizáveis, ou seja, para se tornarem estruturas rígidas necessitam de luz em comprimento de onda específico. Durante o processo de polimerização, os monômeros reagem e formam polímeros através de ligações químicas, resultando em uma redução volumétrica conhecida como contração de polimerização (SOARES et al., 2017).

Durante a contração de polimerização são geradas tensões nas interfaces adesivas entre as paredes aderidas e o material restaurador. Esse estresse pode comprometer o sucesso clínico restaurador, sendo responsável por falhas adesivas, fraturas, cáries marginais e recidivantes e fendas entre a restauração e as paredes dentárias (SOARES et al., 2017; MONDELLI et al., 2016).

Diversos fatores influenciam a tensão/estresse de polimerização: técnica de inserção do material resinoso, propriedades inerentes ao material (como a quantidade de partículas de carga inorgânica ou orgânica), módulo de elasticidade, grau de conversão monômero- polímero, adesão, polimerização e configurações da cavidade (Fator C) (XU et al., 2020; HAN et al., 2016).

A utilização de incrementos na inserção de resina composta pode mitigar as tensões entre o material restaurador e o dente, uma vez que cada incremento compensa o anterior, reduz o volume de resina utilizada e permite melhor polimerização. Porém, não há consenso sobre qual técnica de inserção é mais

favorável para reduzir a contração de polimerização e aumentar a resistência de união (KUNZ et al., 2022; CHANDRASEKHAR et al., 2017).

A contração de polimerização é uma característica intrínseca aos materiais resinosos, como resinas compostas, sistemas adesivos e cimentos resinosos, gerando consequências clínicas importantes. A redução/eliminação das tensões de polimerização é um dos principais objetivos da pesquisa em materiais dentários (SOARES et al., 2017).

Portanto, este estudo tem como objetivo analisar diferentes técnicas de inserção de resina composta a fim de determinar se esses protocolos restauradores influenciam na resistência de união e padrões de falhas de restaurações de resinas compostas.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta revisão de literatura foi realizada nas bases Pubmed e Embase. Nas buscas foram utilizadas diferentes combinações de palavras-chave relacionadas a “bond strength” “resin composite” “incremental layering” “microtensile”. Primeiramente quando as palavras-chave “bond strength” “resin composite” e o operador booleano *AND* sem aplicação de filtros foi utilizado encontraram-se 6.891 artigos. Quando buscados os termos “bond strength” “resin composite” “incremental layering” “microtensile” e o operador booleano *AND* sem aplicação de filtros encontraram-se 46 artigos.

### 2.1 RESINAS COMPOSTAS

A odontologia contemporânea tem como principal objetivo a reabilitação da saúde e a qualidade de vida dos pacientes. Ao longo dos anos, materiais restauradores foram essenciais para o desenvolvimento de forma e função de dentes que sofreram perda estrutural. Estes materiais são divididos em diretos, se realizados diretamente na cavidade oral ou indiretos quando feitos a partir de modelos extraorais.

Desde o advento das resinas compostas em 1962, ocorreu um desenvolvimento substancial, consolidando-as como os materiais de escolha para restaurações diretas (BAYNE et al., 2019).

As resinas compostas são formadas por quatro componentes: matriz orgânica, inorgânica, agente de união e sistema acelerador-iniciador. A matriz orgânica, que fornece características ópticas e biológicas às resinas compostas, é constituída de monômeros dimetacrilatos como o Bis-GMA (Bisfenol glicidil metacrilato), UDMA (Uretano dimetacrilato), TEGDMA (Trietilenoglicol dimetacrilato), Bis-EMA (Bisfenol dimetacrilato etoxilado), modificadores de cor (óxidos metálicos) e agentes inibidores de polimerização (hidroxitolueno butílico ou a hidroquinona). A matriz inorgânica é composta por partículas de carga (vidro, quartzo e/ou sílica) e está diretamente relacionada com as características físicas do material. Os agentes de união, usualmente organossilanos, são responsáveis pela união química da matriz monomérica e as partículas de carga. O sistema acelerador-iniciador, que pode ser químico,

por ação de luz ou ação combinada entre ambos os anteriores, é o promotor da polimerização. A maioria das resinas compostas comerciais são polimerizadas por fotoativação (FERRACANE, 2011).

Em sistemas fotopolimerizáveis, a reação se desenvolve quando o fotoiniciador é atingido por um fotoativador, a luz em comprimento de onda específico. O principal componente iniciador presente nas resinas compostas é a canforoquinona, que necessita da presença de luz visível de espectro azul, com comprimento de onda variando entre 400 e 500 nanômetros (nm), em especial 470. Outros fotoiniciadores são os derivados do óxido bisaquil fosfínico (BAPO) e o óxido mono-aquil-fosfínico (MAPO ou Lucirin TPO) (KOWALSKA, SOKOLOWSKI, BOCIONG, 2021).

Após o fotoiniciador ser ativado por uma fonte de luz, se formarão moléculas instáveis, os radicais livres. Por serem moléculas reativas, estes rompem as ligações duplas/insaturadas presentes nos monômeros (C=C) e as convertem em ligações simples/covalentes (C-C). Os monômeros se aproximam, unindo-se em cadeias longas e resistentes de polímeros, a resina composta (FERRACANE, 2011).

Os componentes inorgânicos da resina composta (partículas de carga) são responsáveis por propriedades físico-mecânicas como resistência, dureza, coeficiente de expansão térmica, radiopacidade, sorção de água e contração de polimerização. Segundo Lutz & Philips (1983) as resinas compostas classificam-se quanto ao tamanho das partículas de carga, tipo e viscosidade. Quanto às partículas de carga, há resinas macroparticuladas, microparticuladas, híbridas, micro-híbridas, nano-híbridas e nanoparticuladas. As resinas macroparticuladas (15-100  $\mu\text{m}$ ) possuem grande quantidade de carga e difícil polimento, inviabilizando seu uso. As microparticuladas (0,04-0,4  $\mu\text{m}$ ) têm indicação para áreas de pouco estresse mastigatório, como em classes III e classes V. Nas híbridas, assim denominadas pois há mistura de cargas de vidro e sílica, proporcionam boa mecânica e polimento, resinas híbridas com partículas de vidro menores que 1  $\mu\text{m}$  são chamadas micro-híbridas. As resinas nano-híbridas e nanoparticuladas possuem escala nanométrica de 0,1 a 100 nanômetros, têm excelentes propriedades mecânicas e polimento e são indicadas para todas as situações clínicas odontológicas (RODRÍGUEZ, KRIVEN, CASANOVA, 2019).

Quanto à viscosidade, resinas podem ser classificadas como baixa, média e alta viscosidade. A maior parte das resinas vendidas comercialmente são de média viscosidade. A resina de baixa viscosidade (flow) possui 48% menos partículas de carga que a resina convencional, por isso é indicada para regiões sem esforço mastigatório, tem maior contração de polimerização e maior capacidade de molhamento das superfícies dentárias. A resina de alta viscosidade (condensável) é indicada para dentes posteriores, tem baixa capacidade de molhamento e estética inferior quando comparada à convencional e flow (FERRACANE, 2011).

A preparação minimamente invasiva com maior preservação da estrutura dental, a polimerização através da aplicação de luz visível azul que aumenta o tempo de trabalho profissional, a estética, longevidade e o preço inferior em comparação às restaurações indiretas são algumas das principais vantagens do uso de resinas composta. Atualmente, existem resinas com propriedades mecânicas e estéticas adequadas para a maioria dos casos clínicos (YADAV, KUMAR, 2019).

## **2.2 CONTRAÇÃO DE POLIMERIZAÇÃO**

Grande desafio do uso das resinas compostas e característica inerente a todos os materiais resinosos, a contração de polimerização ocorre através da aproximação de monômeros durante a polimerização da resina composta, diminuindo-a volumetricamente.

O material sofre redução de aproximadamente 2-10% de seu tamanho após a presa. A contração proporciona tensões/estresses de 5 a 15 Megapascal (MPa) entre as moléculas da resina composta e principalmente na interface adesiva entre a restauração e o dente (KAISARLY, GEZAWI, 2016). Quando as forças do estresse de contração são maiores que a resistência adesiva entre os substratos haverá rompimento e formação de gap/espaco, produzindo descoloração marginal, infiltração de fluidos e cáries secundárias. Nas áreas onde o estresse não é suficiente para romper a união adesiva, as forças são transmitidas ao dente, ocasionando flexão de cúspides, propagação de trincas e sensibilidade pós-operatória (MEEREIS, et al., 2018).

Não é possível eliminar a contração de polimerização dos materiais resinosos, no entanto há como reduzi-la. A contração das resinas compostas, criação e transmissão de tensões é influenciada por diversos fatores: composição e propriedades da resina composta, fotopolimerização, geometria da cavidade, adesão e técnica de inserção (BICALHO et al., 2014).

As resinas compostas podem ser formuladas com monômeros de alto e baixo peso molecular. Monômeros de alto peso molecular como o Bis-GMA (512 g/mol), dispõem de baixa reatividade e baixa conversão monômero-polímero, logo, tem baixa contração de polimerização, sobretudo sua alta viscosidade e rigidez (500,000–800,000 mPa·s) inviabilizam a manipulação e uso exclusivo nas resinas compostas. O TEGDMA (286 g/mol e viscosidade 100 mPa·s) é exemplo de monômero de baixo peso molecular e viscosidade, porém tem alta contração de polimerização (MANTRI, 2013).

O módulo de elasticidade/rigidez é a razão entre a deformação e tensão quando aplicado uma carga. O resultado dessa divisão representa o grau de rigidez/dureza de um sólido e influencia diretamente o desenvolvimento e transmissão de tensões nas restaurações. Materiais de alto módulo de elasticidade são rígidos e transmitem tensões para a interface e para o dente, já materiais de baixo módulo de elasticidade dissipam tensões de contração e permitem a flexibilidade das estruturas dentais, maiores forças de adesão e integridade marginal (BICALHO et al., 2014).

A resina de baixo módulo de elasticidade (flow), apesar de menor quantidade de carga e resistência, tem maior escoamento sobre as imperfeições da preparação e capacidade de deformação plástica, contribuindo para a distribuição e flexibilização de tensões melhor que as resinas compostas convencionais. Dessa forma, atua como amortecedor para as camadas de resinas seguintes (BAROUDI, RODRIGUES, 2015).

Illie, Kunzelmann e Hickel (2005) determinaram a influência da contração de polimerização sobre a união de oito resinas compostas disponíveis no mercado. Concluíram que materiais de baixo módulo de elasticidade não são associados a uma alta resistência de união do complexo resina composta-dente, porém proporcionam uma distribuição de tensões de forma mais uniforme e absorvem forças na interface dente e restauração.

Ao aumentar o teor de carga inorgânicas das resinas compostas menores serão características como sorção de água, manchamento e contração de polimerização, porém qualidades como estética e boa manipulação são afetados (RODRÍGUEZ, KRIVEN, CASANOVA, 2019).

## 2.3 FOTOPOLIMERIZAÇÃO

A resina composta é uma massa modelável que se converte em sólido rígido pela aplicação de uma fonte de luz num processo conhecido como fotopolimerização. Em sistemas fotopolimerizáveis, a partir da luz de espectro azul, o sistema ativador-acelerador converte monômeros em polímeros. O percentual de sucesso desta reação é chamado de grau de conversão. Para uma boa fotopolimerização e melhores propriedades do material, é desejável alto grau de conversão monômero-polímero (FERRACANE, 2011).

O processo de polimerização é composto por três etapas: fase pré-gel (polimerização inicial), ponto gel, pós-gel (polimerização final). A fase pré-gel ocorre no início da reação, onde é possível grande mobilidade entre as moléculas e dissipação das tensões existentes. A partir da fase gel, há o impedimento molecular de readaptações. Na fase pós-gel o material já atingiu a rigidez e é incapaz de escoar, ou seja, as tensões são dissipadas para a interface dente-restauração. Desse modo, é essencial prolongar a fase pré-gel, quanto maior ela for menor serão as tensões de polimerização existentes (MUNCHOW et al., 2018).

Um resultado satisfatório depende da exposição da superfície da resina à luz. A irradiância emitida pelo fotopolimerizador, fruto da quantidade de fótons produzidos por unidade de luz, idealmente deve apresentar valor em torno de 400 mw/cm<sup>2</sup> (miliwatts por centímetro quadrado) durante tempo de 40 segundos para 2 milímetros de incrementos de resina composta. Para analisar o desempenho, calibração e qualidade do aparelho fotopolimerizador pode-se utilizar um radiômetro (STRAZZI-SAHYON et al., 2020).

Polimerizações simultâneas de grandes volumes de resina, incrementos profundos, falhas do operador, unidades fotopolimerizadoras de qualidade inferior, não permitem que a resina receba adequada fotoativação. A

polimerização indevida produz piores propriedades mecânicas, adesão reduzida, menor biocompatibilidade (monômeros residuais podem causar irritação pulpar), maior degradação, maior contração de polimerização e menor estabilidade (RICHARD, 2017).

Existem alguns métodos de fotopolimerização propostos na literatura: técnica convencional, que compreende 100% da intensidade de luz durante todo o tempo, rampa/gradual exponencial, onde a potência é aumentada gradativamente, soft-start/gradual e pulse-delay/pulso tardio, os dois últimos são os mais indicados, pois reduzem a velocidade das reações, prolongando a fase pré gel e permitindo alívio de tensões de polimerização.

A técnica soft-start inicia-se com uma baixa irradiância (100-200 mw/cm<sup>2</sup>) por 10 segundos), posteriormente alta irradiância (1000 mw/cm<sup>2</sup>) por 40 segundos. Outra técnica recomendada é a pulse-delay, inicialmente por 3 segundos utiliza-se alta irradiância (1000 mw/cm<sup>2</sup>), espera-se 5 minutos e complementa novamente com alta irradiância (1000 mw/cm<sup>2</sup>), a fim de liberar o estresse inicial da polimerização (SZALEWSKI et al., 2022; CARVALHO et al., 2012; MUNCHOW et al., 2018)

Mehl, Hickel e Kunzelmann (1997) examinaram a influência de restaurações com e sem a técnica de polimerização soft-start em relação à propriedades do material, dureza e resistência. Concluíram que a técnica soft-start, com polimerização inicial de baixa intensidade seguida por alta melhora significativamente a margem e propriedade das restaurações de resina composta.

## **2.4 ADESÃO**

Adesão é definida como a união entre duas estruturas diferentes, se comportando como corpo único. Sua ascensão dentro da Odontologia possibilitou intervenções conservadoras e hoje é etapa indispensável para reduzir o estresse de polimerização na interface dente- restauração.

Urabe et al. (2000) pesquisou acerca da resistência coesiva à tração das estruturas dentárias em dentes humanos e bovinos, a fim de determinar as propriedades físicas entre esmalte, dentina e junção amelodentinária. Concluiu

então, que a adesão ideal é aquela que mimetiza a união biológica que há entre os tecidos dentários, em torno de 51,5 MPa, assim, materiais odontológicos como resinas compostas e sistemas adesivos devem almejá-la para o sucesso restaurador.

A estrutura dentária é constituída por substratos distintos. O esmalte é homogêneo, composto por 95% de prismas de hidroxapatita, 2% de matéria orgânica como o colágeno e 3% de água. Já a dentina possui particularidades, é heterogênea, formada por 50% de mineral, 30% de matéria orgânica e 20% de água e possui estruturas como os túbulos dentinários, dentinas peritubular e intertubular.

Há diversos tipos de dentina, logo, dentro do mesmo substrato existem valores de resistência e qualidade de adesão distintos. A melhor resistência, que é igual ou superior ao esmalte (30-40MPa), é a dentina hígida (50MPa). A dentina hígida mais superficial tem menor quantidade e diâmetro de túbulos dentinários, menor volume de água, maior quantidade de dentina intertubular e menor pressão intrapulpal, logo, a resistência de união é melhor quando comparada à dentina média e profunda híginas (YOSHIKAWA et al., 1999).

Outra condição que afeta a adesão dos substratos é a lesão cariada. A dentina infectada é formada por matriz orgânica degradada, fibras colágenas necróticas, bactérias proteolíticas e tem resistência de união de 15 MPa. Já a dentina afetada, que ainda é passível de remineralização, tem uma adesão melhor, cerca de 30 MPa (NAKAJIMA et al., 2011) (NAKAJIMA et al., 2005).

A dentina que forma a parede de fundo da cavidade apresenta menor adesão do que as do terço médio ou cervical, logo, as falhas adesivas tendem primeiramente a ocorrer na dentinada parede de fundo (VERSLUIS et al., 1996).

Nakajima et al. (1999) avaliou a resistência de união de adesivos autocondicionantes à dentina afetada por cárie e dentina hígida. Todos os adesivos produziram camada híbrida fina (0,5-1,5 microns) em dentina normal, contudo, em dentina cariada eram 2 vezes mais espessas. Yazici et al. (2004) realizou um estudo in vitro em molares inferiores com o mesmo propósito, a resistência de união do grupo do Clearfil SE Bond (adesivo autocondicionante) à dentina hígida foi de 32,9 e à dentina cariada 15,9.

Logo, a hierarquia da adesão é definida quando os tecidos dentários comportam-se de formas diferentes em relação à adesão. Na polimerização, a

resina composta contrai em direção à parede mais mineralizada e seca e se afasta das paredes úmidas e orgânicas.

Uma das formas de respeitar a hierarquia da adesão é o protocolo desacople com o tempo. Pela sua composição homogênea e pouca quantidade de água, tecidos mineralizados como o esmalte desenvolvem maiores valores de adesão em menor tempo. A maturação da camada híbrida da dentina ocorre em um período maior, cerca de 5 minutos. Essa discordância não significa que a adesão em dentina será pior que a de esmalte, somente será necessário maior tempo para que alcance o mesmo desempenho (ALLEMAN et al., 2021; ALLEMAN et al., 2017).

## **2.5 TÉCNICA DE INSERÇÃO**

Feilzer et al. (1987) desenvolveu o conceito de fator de configuração cavitária (Fator C), compreendido entre a razão do número de paredes aderidas e livres em uma cavidade. As melhores situações clínicas são alcançadas quando resultados são menores que 1, ou seja, quando há mais áreas livres que aderidas. O fator C pequeno proporciona maior capacidade de escoamento do compósito dental, menor deformação, aumento da fase pré-gel e alívio do estresse de polimerização.

Para que haja melhor relação entre a quantidade de paredes livres e aderidas é preciso que cavidades sejam preenchidas de forma incremental, assim, haverá união do incremento ao menor número de paredes simultâneas. As técnicas incrementais permitem também menor volume de resina composta, adequada exposição a luz e melhor resistência adesiva entre a resina e o remanescente dental (MUNCHOW et al., 2018).

As resinas compostas contraem em direção a superfície mais aderida à qual estão conectados ou em direção ao centro da massa da resina composta nos primeiros 5-30 minutos. O movimento dinâmico da polimerização ideal depende do volume de resina composta inserido na cavidade, é necessário mantê-la fina (menos de 1,5 milímetro). Quanto maior o volume da resina composta, mais a contração é direcionada para o centro da massa (ALLEMAN et al., 2021).



A espessura mínima de resina composta (menos de 2 milímetros) também neutraliza a hierarquia da adesão, ou seja, o acoplamento de tecidos dentários que possuem diferentes tempos de maturação, por exemplo, a conexão do esmalte à dentina superficial antes do completo desenvolvimento da camada híbrida e resistência total (ALLEMAN et al., 2017).

O estudo realizado por Maghaireh et al. (2018) procurou comparar a transmissão de luz através de incrementos de 1, 2, 4 e 6 milímetros de resina composta e também a microdureza na porção superior e inferior de cada amostra. Dos resultados obtidos, não foram encontradas diferença em incrementos de até 2 milímetros, todavia, incrementos de 4 e 6 milímetros apresentaram menor transmissão de luz e conversão monômero-polímero, além de menor microdureza na região inferior do incremento.

Han e Parque (2018) compararam as resistências de união de microtração entre técnicas bulk-fill (preenchimento único) e técnica incremental em diferentes configurações de cavidade (fator C). A técnica incremental obteve resultados superiores, ou seja, revelou maior resistência de união que a técnica bulk-fill em cavidades com fator C elevado, como o caso de cavidades classes I e nenhuma diferença foi encontrada entre as duas técnicas em cavidades de baixo fator C.

Bicalho et al. (2014) avaliou a influência da técnica incremental na deflexão de cúspide, resistência de união à tração e propriedades mecânicas da resina composta. Uma amostra de 117 molares com cavidade classe II MOD foram restaurados utilizando 3 técnicas: a granel, 8 incrementos e 16 incrementos. Concluiu que, há maior deflexão de cúspide e tensão de polimerização em cavidades com 16 incrementos, com resinas de alta contração pós-gel e alto módulo de elasticidade, a resistência adesiva diminui quando usado incremento único pois não permite polimerização adequada e técnicas de 8 incrementos que não excedam 2 milímetros mantêm as propriedades de dureza e elasticidade da resina composta em comparação as de 16 incrementos.

Ao testar a adaptação marginal, contração de polimerização, dureza e flexão entre resinas compostas bulk-fill e convencionais de preenchimento incremental em dentes posteriores extraídos, Jung e Parque (2017) e Ohmori et

al. (2020) concluíram que resinas convencionais em incrementos possuem melhor adaptação marginal e menor tensão que resinas bulk-fill.

Niu et al. (2009) investigou se as técnicas de estratificação de resina composta afetariam a resistência de união a microtração. Dentes humanos extraídos padronizados foram subdivididos em grupos: Técnica horizontal, técnica oblíqua em 3 camadas, técnica oblíqua em 4 camadas e submetidos a testes de microtração. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, concluindo que o modo de inserção das resinas compostas influencia a resistências de união entre a resina composta e dentina.

Ainda é controverso qual a melhor forma de inserir os incrementos na cavidade. Na literatura, estudos como o de Hassan e Kher (2006) e Nikolaenko et al. (2004) dissertam que a técnica horizontal resulta em resistências de união significativamente maiores que as oblíquas ou verticais e que permite alívio da contração de polimerização e proporciona melhor qualidade de restaurações a longo prazo.

As pesquisas de Pottier et al. (2020) e Nadig et al. (2011) atingiram conclusões semelhantes sobre a técnica incremental horizontal. No estudo de Nadig foram avaliadas as infiltrações marginais de restaurações com diferentes técnicas de inserção de resina composta: bulk-fill (preenchimento em massa), incremental oblíqua, centrípeta e horizontal. A amostra contava com 40 molares com cavidades padronizadas classe II divididos em grupos com scores de microinfiltração. Das conclusões obtidas, a técnica em massa apresentou maior score, ou seja, a maior microinfiltração e entre as técnicas incrementais, a técnica horizontal foi tida como a de melhor resultado.

Oliveira e colaboradores (2022) avaliaram diferentes técnicas restauradoras: Bulkfill, incremento horizontal, incremento oblíquo em relação a tensão de contração residual, tensão de cúspides, profundidade de polimerização e formação de trincas em molares com restauração MOD. Dos resultados obtidos, a técnica horizontal apresentou maior tensão entre as cúspides e contração de polimerização, índices maiores de rachaduras em esmalte foram encontradas na técnica bulkfill e a técnica oblíqua produziu o melhor equilíbrio entre tensão, deformação e trincas.

Soares et al. (2013) obteve resultados semelhantes, testou duas técnicas incrementais, horizontal e oblíqua em relação a propriedades

mecânicas e contração pós-gel. Concluiu que a técnica incremental oblíqua resultava em menores tensões em esmalte, dentina e ao longo da interface dente/restauração comparado à técnica horizontal.

Resultados contrários foram encontrados nos estudos de Martins et al. (2020) e Rosatto et al. (2015), onde as técnicas de restauração bulk-fill em cavidades classe II MOD apresentaram boas propriedades como menor tensão/estresse sobre as cúspides, contração de polimerização e maior resistência à fratura quando comparados à técnica incremental.

No estudo de Loguercio et al. (2004), realizado em dentes bovinos sob teste de microtração, nenhuma diferença foi encontrada entre a técnica incremental e bulk-fill, não sendo capaz de reduzir a contração de polimerização.

## 2.6 TESTE DE MICROTRAÇÃO

Testes mecânicos são amplamente utilizados para comparar propriedades dos materiais odontológicos, de modo a simular condições biológicas reais. Não há um teste mecânico que consiga mimetizar integralmente toda a complexidade da cavidade oral, porém, os testes *in vitro* são essenciais e já auxiliam na elaboração de diretrizes para posteriores ensaios *in vivo*.

Até à década de 1990, os testes de cisalhamento e tração eram os mais utilizados na literatura, porém sua eficiência foi questionada. A necessidade de padronização, distribuição de forças de forma não homogênea pela superfície adesiva, concentração de estresse na superfície da restauração e não na interface adesiva e a falta de valores consistentes levariam a ambiguidade na interpretação dos dados obtidos (RIBEIRO et al., 2013).

Para investigar o comportamento de dois sistemas adesivos quando submetidos a testes de resistência de união por cisalhamento ou microtração, Cavalcante et al. (2006) submeteu superfícies de 1 milímetro de dentina da vestibular de incisivos bovinos até a fratura. Concluiu que testes de cisalhamento não tem sensibilidade para detecção de diferenças sutis entre procedimentos de colagem.

Nesse contexto, os testes de união por microtração surgiram em 1994 e até os dias atuais contribuem para a evolução da Odontologia, principalmente no âmbito da resistência adesiva nas interfaces de sistemas adesivos e resinas compostas com o substrato dental. Durante seu estágio inicial, cientistas já previram a aplicabilidade para desempenhos adesivos de resina composta à dentina cariada, esclerótica e em várias outras porções cavitárias de dentes extraídos. Além de versátil, as máquinas destes testes tornaram-se mais compactas e de custo relativamente baixo, tornando-as mundialmente acessíveis (SANO et al., 2019).

Existem 3 tipos de ruturas nos testes de resistência de união: falhas adesivas (na interface adesivo-dente), falhas coesivas (no interior do adesivo) e falhas mistas. Na literatura, uma das vantagens citadas dos testes por microtração é a maior porcentagem de falhas adesivas que coesivas, visto que essas representam falha biomecânica no teste (RIBEIRO et al., 2013). As principais desvantagens apontadas por Pashley et al. (1995) são a técnica exigente, necessidade de equipamentos especiais de corte para preparar os corpos de prova e a dificuldade de mensurar forças de adesão menores que 5MPa.

Para serem submetidos à microtração é necessário confecção de corpos de prova de tamanho e formato padronizados. A preparação desses espécimes é criteriosa e normalmente feita com discos diamantados em dimensões que variam entre 0,25 mm<sup>2</sup> a 1,5 mm<sup>2</sup> de interface adesiva, dependendo do estudo realizado, quanto ao formato há dois principais: ampulheta (técnica trimming) e bastonete (técnica non-trimming).

Sadek et al. (2004) estudou a influência da geometria dos corpos de prova para dentina e esmalte sob o teste de microtração. Foram selecionados 32 molares íntegros e divididos em 4 subgrupos de acordo com o formato (ampulheta ou bastonete) e área (0,05x0,5mm ou 1x1mm). Ambas as variáveis influenciaram na resistência adesiva do teste ( $p < 0,001$ ), corpos de prova em formato de ampulheta sofreram maior estresse por isso foram observadas linhas de fratura na interface adesiva. Concluindo que a técnica non-trimming e área entre 0,5-1 mm<sup>2</sup> devem ser preferidas.

### **3 OBJETIVO**

Avaliar o efeito de diferentes técnicas de inserção de resina composta em restaurações com cavidades de Classe I na resistência de união à dentina e padrões de falhas frente ao teste de microtração.

## **4 HIPÓTESE**

### **4.1 HIPÓTESE ALTERNATIVA**

Há diferenças estatisticamente significativas na resistência de união e padrões de falhas de diferentes técnicas de inserção de resina composta.

## **5 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1 RESUMO DO DELINEAMENTO**

Vinte e quatro molares humanos hígidos foram divididos aleatoriamente em 3 grupos, de acordo com a técnica restauradora. Os dentes foram padronizados com o preparo de cavidades classe I (oclusal), aplicação de sistema adesivo universal e restaurados com resina composta segundo os seguintes grupos: grupo RCB (resina composta bulkfill); grupo RCH (resina composta convencional com técnica incremental horizontal); grupo RCO (resina composta convencional com técnica incremental oblíqua). Em seguida foram produzidos cortes numa máquina de corte de precisão (ODEME OCP 100 LC, Santa Catarina, Brasil) e os dentes testados com velocidade de 0,5 mm/min até a falha com teste de microtração (ODEME OM100, Santa Catarina, Brasil). A análise do rompimento da resistência de união de cada amostra foi registrada.

### **5.2 AMOSTRA**

Para definição do tamanho amostral foi utilizado como base o artigo de Armstrong et al. (2017) sobre os testes laboratoriais de resistência de união, que indica o mínimo de 8-10 dentes por grupo a ser estudado. Assim, foram usados 24 molares humanos intactos, não cariados, não restaurados, extraídos por razões ortodônticas ou periodontais, obtidos no Biobanco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (BioDH FAO-UFAM) através de Termo Livre e Esclarecido (TCLE) para doação (APÊNDICE A). As idades dos doadores variavam entre 20 e 69 anos.

Após coletados os dentes foram debridados para remoção de restos teciduais, desinfetados, examinados para garantir que não apresentavam defeitos e armazenados em água destilada. O limite inferior entre a extração e o teste dos dentes foi de 03 dias e o superior 15 dias.

### 5.3 PADRONIZAÇÃO

Para início da padronização todos os dentes tiveram as raízes seccionadas com auxílio de disco diamantado em peça reta e sonda milimetrada cerca de 3 milímetros abaixo da junção amelo-cementária, expondo a região interna da câmara pulpar. A polpa coronária foi removida e a região foi preenchida com resina composta (Resina Llis, cor A3,5, FGM) após tratamento com sistema adesivo (Single Bond Universal, 3M ESPE) (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Corte das raízes com o auxílio de disco diamantado.

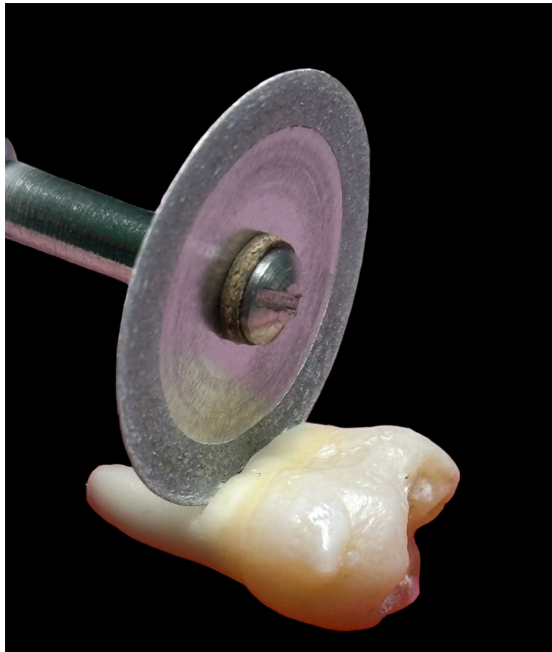


Figura 2 – Hibridização da câmara pulpar.



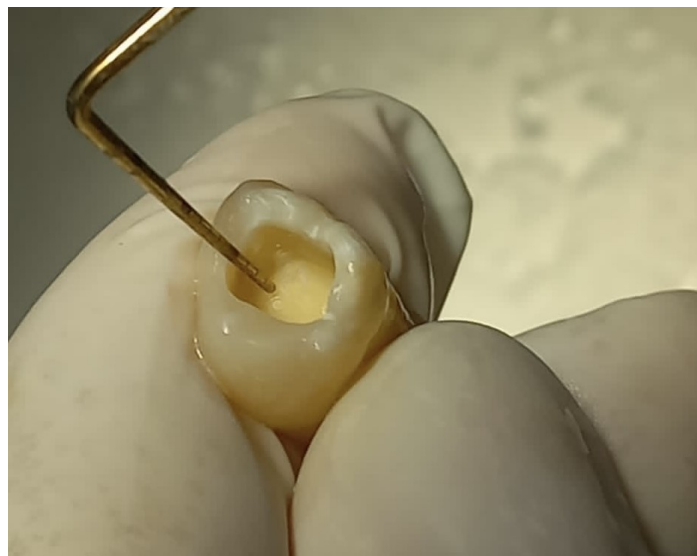


Com o auxílio de sonda milimetrada, foram confeccionadas preparações oclusais padronizados de Classe I (Oclusal) (comprimento 6 mm; largura 4 mm; profundidade 4 mm;  $\pm 0,01$  mm) utilizando pontas diamantadas tronco-cônicas nº 3131 em alta rotação, sob resfriamento de água abundante. As pontas foram substituídas a cada 5 dentes preparados. Após o preparo, todos os ângulos internos das cavidades foram arredondados e para limpeza da cavidade foi realizada profilaxia com escova de robinson (Média CA, MK Life), pasta de pedra pomes (Maquira) e água, acompanhada de lavagem com água e secagem com jato de ar (Figuras 3 e 4).

Figura 3 - Uso de brocas tronco-cônicas para confecção dos preparos oclusais.



Figura 4 – Padronização das preparações oclusais.



Por não corresponderem ao tamanho pretendido para standardização das preparações, 7 dentes foram descartados da pesquisa durante esta etapa.

Na superfície de esmalte dos dentes foi realizado condicionamento seletivo com ácido fosfórico 35% (Ultra-etch, Ultradent) durante 15 segundos (Figura 5), seguida de lavagem com água por 30 segundos e secagem com jato de ar. Com o auxílio do aplicador descartável fino (Points, SDI) o sistema adesivo (Single Bond Universal, 3M ESPE) foi aplicado ativamente durante 20 segundos em toda a superfície dentária, seguido de um leve jato de ar sobre a cavidade durante 5 segundos e fotopolimerização com fotopolimerizador de LED (Valo, Ultradent) a uma intensidade de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos (Figura 6).

Figura 5 - Condicionamento seletivo do esmalte.

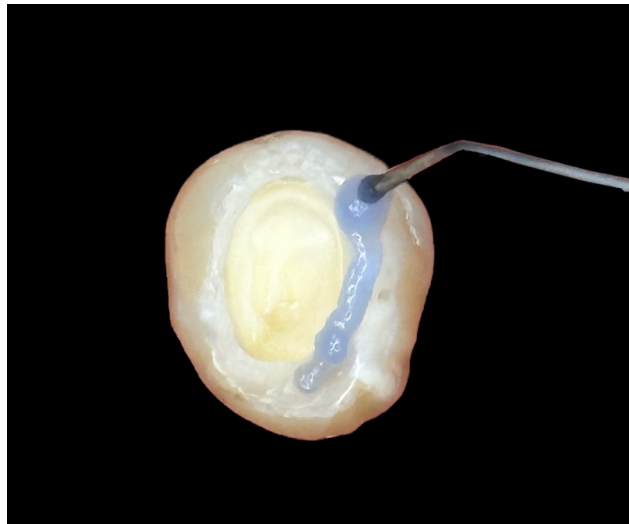
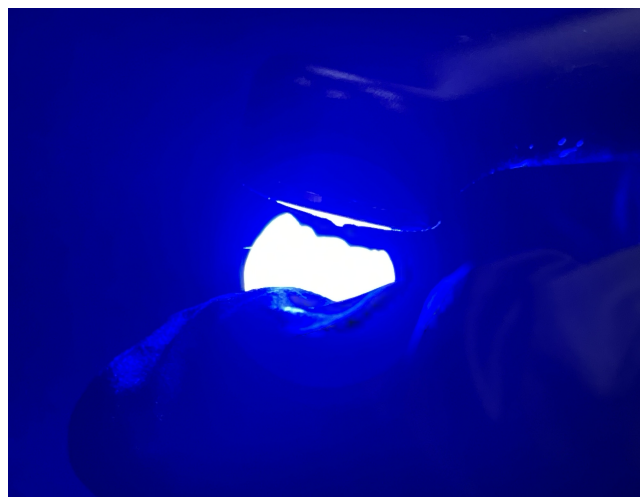


Figura 6 - Fotoativação do sistema adesivo.



## 5.4 GRUPOS

Após a padronização os 24 dentes foram divididos aleatoriamente entre 3 grupos, de acordo com a técnica restauradora (Figura 7 e 8):

Grupo 1: RCB - Resina composta Bulkfill (Filtek One Bulk Fill, cor A2, 3M), aplicada em incremento único;

Grupo 2: RCH - Resina composta convencional incremental horizontal (Filtek Z350XT, cor A2B, 3M) aplicada em incrementos horizontais de 1 milímetro;

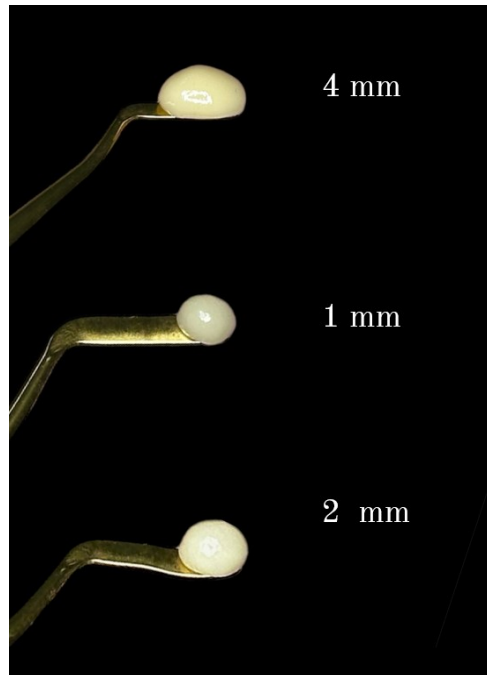
Grupo 3: RCO - Resina composta convencional incremental oblíqua (Filtek Z350XT, cor A2B, 3M), aplicada em incrementos oblíquos de 2 milímetros.

Todos os incrementos foram fotopolimerizados com um fotopolimerizador de LED (Valo, Ultradent) a uma intensidade de 1200 mW/cm<sup>2</sup>, por 20 segundos, de acordo com o grupo.

Figura 7 – Esquemática da técnica restauradora de cada grupo.



Figura 8 – Padronização dos incrementos de resina composta.



## 5.5 SECÇÃO E TESTE

Após 24 h de armazenamento em água destilada na estufa a 37°C, as amostras foram seccionadas em baixa velocidade com um disco diamantado, em uma máquina de corte de precisão (ODEME OCP 100 LC, Santa Catarina, Brasil) a 350 rotações por minuto e 1,3 mm de distância entre cada corte, sob resfriamento constante. Para os cortes, os dentes foram inseridos em bases de prova feitas de resina acrílica autopolimerizável (Resina Auto, TDV) (Figura 9). Com intuito de melhorar a visualização da resina composta, a região restaurada foi tingida com pincel de retroprojeter azul antes do processo de corte.

Em seguida cada dente foi submetido a múltiplos cortes em dois sentidos. Primeiramente todo o dente foi seccionado em sentido vestibulo-palatino (Figura 10), logo depois foi reposicionado em 90° e realizados os cortes em sentido mesio-distal. Após os cortes vestibulo-palatinos utilizava-se silicone de condensação fluido para estabilizar aqueles em sentido mesio-distais (Figura 11). Ao final foram obtidos bastonetes com uma área de seção transversal de 1 mm<sup>2</sup> (1x1±0,2mm) (Figura 12). Os bastonetes foram examinados em um estereomicroscópio para excluir aqueles com falhas. Os bastonetes deveriam ter uma espessura de dentina remanescente sobre a polpa de 2±0,5 mm.

Figura 9 – Bases de prova inseridas na máquina de corte.



Figura 10 – Cortes no sentido vestibulo-palatino.

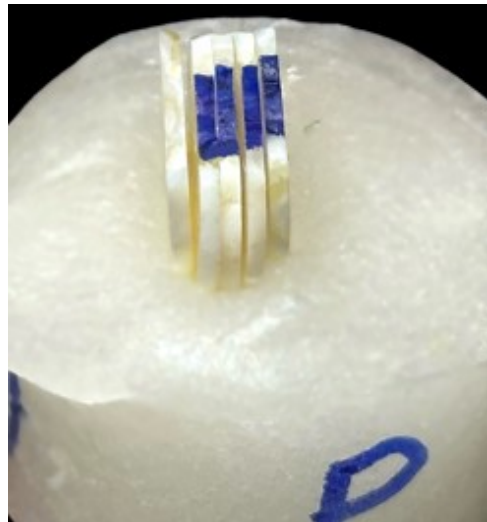
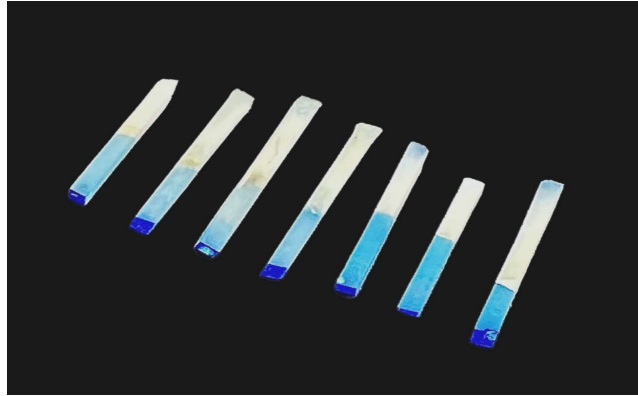


Figura 11 – Estabilização dos cortes com silicone de condensação fluido.



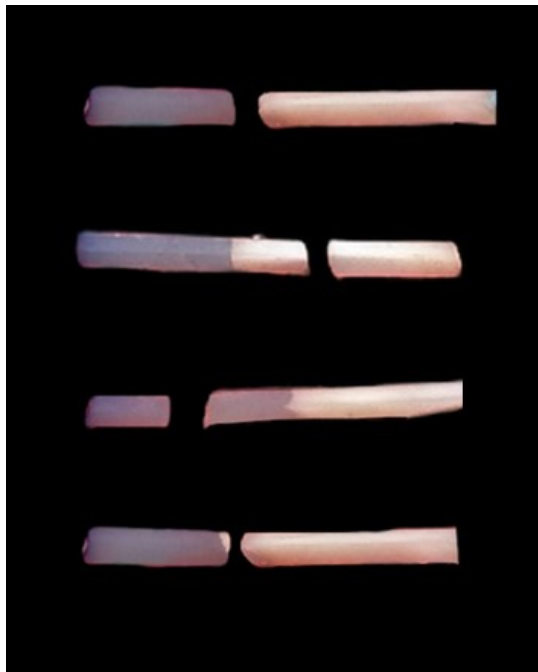
Figura 12 – Bastonetes.



Os bastonetes foram submetidos a máquina de teste de microtração (ODEME OM100, Santa Catarina, Brasil) com cola de cianoacrilato (Superbond gel, Loctite, Brasil) a uma velocidade de 0,5 mm/min até a falha. A área da secção transversal no local da falha foi medida com um paquímetro digital (Mitutoyo, Japão) de aproximação de 0,01 mm a partir do qual o valor de resistência adesiva por microtração foi calculada e expressa em MPa.

Os modos de falhas foram avaliados com aumento de 30X com o microscópio estereoscópico e classificados como adesivas, coesivas (resina ou dentina) ou falha mista (Figura 13).

Figura 13 – Modos de falhas: adesiva, coesiva em dentina, coesiva em resina e falha mista.



## **5.6 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS**

A pesquisa intitulada “Resistência de união de diferentes técnicas de inserção de resina composta em restaurações classe I” é parte da pesquisa “Avaliação de técnicas restauradoras para aumento da resistência de união em restaurações classe I de resina composta, imediato e após 6 meses.”, aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amazonas com CAAE nº 61821722.0.0000.5020 (ANEXO A).

As amostras foram obtidas após assinatura de Termo Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) para doação do órgão dentário e termo de anuência do Biobanco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (BioDH FAO-UFAM).

## **5.7 DESCARTE DAS AMOSTRAS**

Ao término da pesquisa o descarte dos remanescentes dos dentes foi feito de acordo com os procedimentos operacionais padrão para resíduos biológicos do Grupo A4, previstos no Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) adotado pela FAO-UFAM, o qual obedece à norma legal vigente. Desta forma, os fragmentos foram descartados em plástico branco leitoso, identificado como material biológico, juntamente com o lixo biológico da FAO-UFAM.

## **5.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Para a descrição da tensão de fratura em cada grupo, utilizou-se a média, o desvio padrão, a mediana e os percentis 25 e 75. A tensão foi comparada entre os diferentes grupos com recurso de um modelo de regressão linear misto, uma vez que para cada dente foram retirados diferentes bastonetes submetidos a tensão. Assumiu-se como efeito fixo o grupo e como efeitos aleatórios os bastonetes e dentes.

Ainda foi realizada a análise Weibull considerando uma equação de dois parâmetros e tendo-se assumido como tensão de fratura a média dos bastonetes em cada dente. Desta análise elaborou-se o gráfico da probabilidade

de fratura em função da tensão e determinou-se a tensão com probabilidade de 5% de fratura em cada grupo. Foi determinada a frequência absoluta e relativa do tipo de fratura em cada grupo e foi usado o teste exato de Fisher para avaliar a associação entre o tipo de fratura e o grupo estudado. Para a análise utilizou-se Matlab (R2021b) e IBM® SPSS® v28. Adotou-se como nível de significância estatística o valor 0.05.



Este artigo encontra-se nas normas de submissão do periódico *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*.

## 6 ARTIGO

### RESISTÊNCIA DE UNIÃO DE DIFERENTES TÉCNICAS DE INSERÇÃO DE RESINA COMPOSTA EM RESTAURAÇÕES CLASSE I

YAMILLE DE LIMA SOUZA

MESTRANDA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS UFAM -  
MANAUS/AMAZONAS/BRASIL

RUI ISIDRO FALACHO DA FONSECA ALMEIDA

PROFESSOR NA UNIVERSIDADE DE COIMBRA - COIMBRA/PORTUGAL

LUCIANA MENDONÇA DA SILVA MARTINS

PROFESSORA NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS UFAM -  
MANAUS/AMAZONAS/BRASIL

#### RESUMO

**Introdução:** Na literatura ainda é controverso se técnicas de inserção influenciam na longevidade e resistência de união de restaurações de resina composta a estrutura dentária. Sendo assim, este estudo teve como objetivo avaliar a resistência de união e padrões de falha de diferentes técnicas de inserção de resina composta em dentes humanos extraídos.

**Métodos:** Consistiu em um estudo laboratorial com 24 molares hígidos testados. Os dentes foram sub-divididos e restaurados padronizadamente de acordo com os grupos: técnica incremental horizontal, técnica incremental oblíqua e técnica bulkfill. Posteriormente submetidos a máquina de corte de precisão e teste de microtração até a falha. Os resultados foram avaliados por um microscópio estereoscópico num aumento de 30x, e classificados como adesivos, coesivos em resina composta, dentina, ou falha mista. A estatística foi realizada através da análise descritiva, um modelo de regressão linear misto e análise de Weibull para analisar a probabilidade de fratura, adotou-se o nível de significância estatística de 0,05.

**Resultados:** Dos 158 bastonetes analisados, não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,769$ ) e não há associação significativa entre o tipo de fratura e os grupos estudados ( $p>0,05$ ).

**Conclusão:** Neste estudo, não houve diferença entre a resistência de união nem no padrão de falha de diferentes técnicas de inserção de resinas compostas.

Palavras-chave: resinas compostas; resistência à tração; técnica de inserção.

## ABSTRACT

**Introduction:** In the literature it is still controversial whether insertion techniques influence the longevity and bond strength of composite resin restorations to the tooth structure. Therefore, this study aimed to evaluate the bond strength and failure patterns of different composite resin insertion techniques in extracted human teeth.

**Methods:** It consisted of a laboratory study with 24 healthy molars tested. The teeth were subdivided and restored standardized according to the groups: horizontal incremental technique, oblique incremental technique and bulkfill technique. Subsequently subjected to a precision cutting machine and microtensile test until failure. The results were evaluated by a stereoscopic microscope at 30x magnification, and classified as adhesive, cohesive in composite resin, dentin, or mixed failure. Statistics were performed using descriptive analysis, mixed linear regression model and Weibull analysis to analyze the probability of fracture, adopting a statistical significance level of 0.05.

**Results:** Of the 158 toothpicks analyzed, there was no statistically significant difference between the groups ( $p=0.769$ ) and there was no significant association between the type of fracture and the groups studied ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** In this study, there was no difference between the bond strength and failure patterns of different composite resin insertion techniques.

Keywords: composite resins; tensile strength; insertion technique

## INTRODUÇÃO

As resinas compostas dentais surgiram através da criação do monômero Bis-GMA (Bisfenol glicidilmetacrilato), derivado da resina epóxica, ácido metacrílico e adição de partículas de quartzo silanizadas, por Raphael L. Bowen em 1962 (BOWEN, 1963).

O aumento da necessidade de materiais cada vez mais conservadores, biocompatíveis, duradouros, adesivos e principalmente estéticos, acarretou na ampla aceitação das resinas compostas como sendo um dos materiais mais versáteis na Odontologia. Atualmente, a diversidade de resinas compostas abrange uma vasta gama de aplicações clínicas, incluindo materiais restauradores diretos e indiretos, selantes, cimentos e materiais provisórios (BAYNE et al., 2019).

As resinas compostas são predominantemente fotopolimerizáveis, ou seja, para se tornarem estruturas rígidas necessitam de luz em comprimento de onda específico. Durante o processo de polimerização, os monômeros reagem e formam polímeros através de ligações químicas, resultando em uma redução volumétrica conhecida como contração de polimerização (SOARES et al., 2017).

Durante a contração de polimerização são geradas tensões nas interfaces adesivas entre as paredes aderidas e o material restaurador. Esse estresse pode comprometer o sucesso clínico restaurador, sendo responsável por falhas adesivas, fraturas, cáries marginais e recidivantes e fendas entre a restauração e as paredes dentárias (SOARES et al., 2017; MONDELLI et al., 2016).

Diversos fatores influenciam a tensão/estresse de polimerização: técnica de inserção do material resinoso, propriedades inerentes ao material (como a quantidade de partículas de carga inorgânica ou orgânica), módulo de elasticidade, grau de conversão monômero- polímero, adesão, polimerização e configurações da cavidade (Fator C) (XU et al., 2020; HAN et al., 2016).

A utilização de incrementos na inserção de resina composta pode mitigar as tensões entre o material restaurador e o dente, uma vez que cada incremento compensa o anterior, reduz o volume de resina utilizada e permite melhor polimerização. Porém, não há consenso sobre qual técnica de inserção é mais favorável para reduzir a contração de polimerização e aumentar a resistência de união (KUNZ et al., 2022; CHANDRASEKHAR et al., 2017).

A contração de polimerização é uma característica intrínseca aos materiais resinosos, como resinas compostas, sistemas adesivos e cimentos resinosos, gerando consequências clínicas importantes. A redução/eliminação das tensões de polimerização é um dos principais objetivos da pesquisa em materiais dentários (SOARES et al., 2017).

Portanto, este estudo tem como objetivo analisar diferentes técnicas de inserção de resina composta a fim de determinar se esses protocolos restauradores influenciam na resistência de união de restaurações de resinas compostas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Este estudo laboratorial do tipo *in vitro* utilizou dentes humanos intactos, não cariados, não restaurados, extraídos por razões ortodônticas obtidos do Biobanco de Dentes Humanos da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas (BioDH FAO-UFAM) através de Termo Livre e Esclarecido (TCLE) para doação. Para definição do tamanho amostral foi utilizado o artigo base<sup>10</sup> para testes laboratoriais de resistência de união, que indica o mínimo de 8-10 dentes por grupo a ser estudado, resultando para este estudo 24 dentes ao total. As idades dos doadores variavam entre 20 e 69 anos.

Após coletados os dentes foram debridados para remoção de restos teciduais, desinfetados, examinados para garantir que não apresentavam defeitos e armazenados em água destilada. O limite inferior entre a extração e o teste dos dentes foi de 03 dias e o superior 15 dias.

Para início da padronização todos os dentes tiveram as raízes seccionadas com auxílio de disco diamantado em peça reta e sonda milimetrada cerca de 3 milímetros abaixo da junção amelo-cementária, expondo a região interna da câmara pulpar. A polpa coronária foi removida e a região foi preenchida com resina composta (Resina Llis, cor A3,5, FGM) após tratamento com sistema adesivo (Single Bond Universal, 3M ESPE).

Com o auxílio de sonda milimetrada, foram confeccionadas preparações oclusais padronizados de Classe I (Oclusal) (comprimento 6 mm; largura 4 mm; profundidade 4 mm;  $\pm 0,01$  mm) utilizando pontas diamantadas tronco-cônicas nº 3131 em alta rotação, sob resfriamento de água abundante. As pontas foram substituídas a cada 5 dentes preparados. Após o preparo, todos os ângulos internos das cavidades foram arredondados e para limpeza da cavidade foi realizada profilaxia com escova de robinson (Média CA, MK Life), pasta de pedra pomes (Maquira) e água, acompanhada de lavagem com água e secagem com jato de ar. Por não corresponderem ao tamanho pretendido para

standardização das preparações, 7 dentes foram descartados da pesquisa durante esta etapa.

Na superfície de esmalte dos dentes foi realizado condicionamento seletivo com ácido fosfórico 35% (Ultra-etch, Ultradent) durante 15 segundos, seguida de lavagem com água por 30 segundos e secagem com jato de ar. Com o auxílio do aplicador descartável fino (Points, SDI) o sistema adesivo (Single Bond Universal, 3M ESPE) foi aplicado ativamente durante 20 segundos em toda a superfície dentária, seguido de um leve jato de ar sobre a cavidade durante 5 segundos e fotopolimerização com fotopolimerizador de LED (Valo, Ultradent) a uma intensidade de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 20 segundos.

Após a padronização os 24 dentes foram divididos aleatoriamente entre 3 grupos, de acordo com a técnica restauradora:

Grupo 1: RCB - Resina composta Bulkfill (Filtek One Bulk Fill, cor A2, 3M), aplicada em incremento único;

Grupo 2: RCH - Resina composta convencional incremental horizontal (Filtek Z350XT, cor A2B, 3M) aplicada em incrementos horizontais de 1 milímetro;

Grupo 3: RCO - Resina composta convencional incremental oblíqua (Filtek Z350XT, cor A2B, 3M), aplicada em incrementos oblíquos de 2 milímetros.

Todos os incrementos foram fotopolimerizados com um fotopolimerizador de LED (Valo, Ultradent) a uma intensidade de 1200 mW/cm<sup>2</sup>, por 20 segundos, de acordo com o grupo.

Tabela 1 – Composição das resinas compostas.

Resina composta	Carga	%	Matriz orgânica	Fabricante
<b>Filtek One Bulk Fill</b>	Nanoaglomerado de zircônia/sílica (sílica 20nm e zircônia 4- 11nm).	58,5%(peso); 76,5% (volume).	AFM, AUDMA, UDMA, DMA	3M ESPE, St Paul, MN, USA.
<b>Filtek Z350XT</b>	Sílica não aglomerada 20 nm, zircônia 4-11nm e partículas aglomeradas de sílica-zircônia.	72,5% (peso); 55,5% (volume).	Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, Bis-EMA	3M ESPE, St Paul, MN, USA.

Abreviações: nm (nanômetros), AFM (monômero de fragmentação de adição), UDMA (Uretano dimetacrilato), Bis-GMA (Bisfenol-A-glicidilmetacrilato), AUDMA (Dimetacrilato de uretano aromático), TEGDMA (Trietilenoglicoldimetacrilato), Bis-EMA (Bisfenol hidroxietilmetacrilato).  
Fonte: Ficha técnica 3M (2010).

Após 24 h de armazenamento em água destilada na estufa a 37°C, as amostras foram seccionadas em baixa velocidade com um disco diamantado, em uma máquina de corte de precisão (ODEME OCP 100 LC, Santa Catarina, Brasil) a 350 rotações por minuto e 1,3 mm de distância entre cada corte, sob resfriamento constante. Para os cortes, os dentes foram inseridos em bases de prova feitos de resina acrílica autopolimerizável (Resina Auto, TDV). Em

seguida, com intuito de melhorar a visualização da resina composta, a região restaurada foi tingida com pincel de retroprojeto azul.

Cada dente foi submetido a múltiplos cortes em dois sentidos. Primeiramente todo o dente foi seccionado em sentido vestibulo-palatino, em seguida foi reposicionado em 90° e realizados os cortes em sentido mesio-distal. Após os cortes vestibulo-palatinos utilizava-se silicone de condensação fluido para estabilizar aqueles em sentido mesio-distais. Ao final foram obtidos bastonetes com uma área de seção transversal de 1 mm<sup>2</sup> (1x1±0,2mm) (Imagem 9). Os bastonetes foram examinados em um estereomicroscópio para excluir aqueles com falhas. Os bastonetes devem ter uma espessura de dentina remanescente sobre a polpa de 2±0,5 mm. Os bastonetes foram submetidos a máquina de teste de microtração (ODEME OM100, Santa Catarina, Brasil) com cola de cianoacrilato (Superbond gel, Loctite, Brasil) a uma velocidade de 0,5 mm/min até a falha. A área da seção transversal no local da falha foi medida com um paquímetro digital (Mitutoyo, Japão) de aproximação de 0,01 mm a partir do qual o valor de resistência adesiva por microtração foi calculada e expressa em MPa.

Os modos de falhas foram avaliados com aumento de 30X com o microscópio estereoscópico e classificados como adesivas, coesivas na resina composta, dentina ou falha mista.

Na análise estatística para a descrição da tensão de fratura em cada grupo, utilizou-se a média, o desvio padrão, a mediana e os percentis 25 e 75. A tensão foi comparada entre os diferentes grupos com recurso de um modelo de regressão linear misto, uma vez que para cada dente foram retirados diferentes bastonetes submetidos a tensão. Assumiu-se como efeito fixo o grupo e como efeitos aleatórios os bastonetes e dentes.

Ainda foi realizada a análise Weibull considerando uma equação de dois parâmetros e tendo-se assumido como tensão de fratura a média dos bastonetes em cada dente. Desta análise elaborou-se o gráfico da probabilidade de fratura em função da tensão e determinou-se a tensão com probabilidade de 5% de fratura em cada grupo. Foi determinada a frequência absoluta e relativa do tipo de fratura em cada grupo e foi usado o teste exato de Fisher para avaliar a associação entre o tipo de fratura e o grupo estudado. Para a análise utilizou-se Matlab (R2021b) e IBM® SPSS® v28. Adotou-se como nível de significância estatística o valor 0.05.

Ao término da pesquisa, o descarte dos remanescentes dos dentes foi feito de acordo com os procedimentos operacionais padrão para resíduos biológicos do Grupo A4, previstos no Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) adotado pela FAO-UFAM, o qual obedece a norma legal vigente, ou seja, os fragmentos foram descartados em plástico branco leitoso, identificado como material biológico, juntamente com o lixo biológico da FAO-UFAM.

## RESULTADOS

O estudo compreendeu 24 dentes molares hígidos, dos quais foram obtidos 200 bastonetes. Foram descartados 42 bastonetes, dos quais 11 não possuíam remanescente dental adequado para análise e 31 fraturaram durante corte ou manipulação. Fizeram parte do estudo 49 bastonetes no grupo bulk fill, 52 bastonetes no grupo horizontal e 57 bastonetes no grupo de técnica oblíqua, totalizando 158 palitos. Para descrição da força de adesão/tensão de cada grupo utilizaram-se as medidas de tendência central e dispersão: média, desvio padrão, mediana e percentis 25 e 75 de cada um dos grupos, apresentadas na tabela 2.

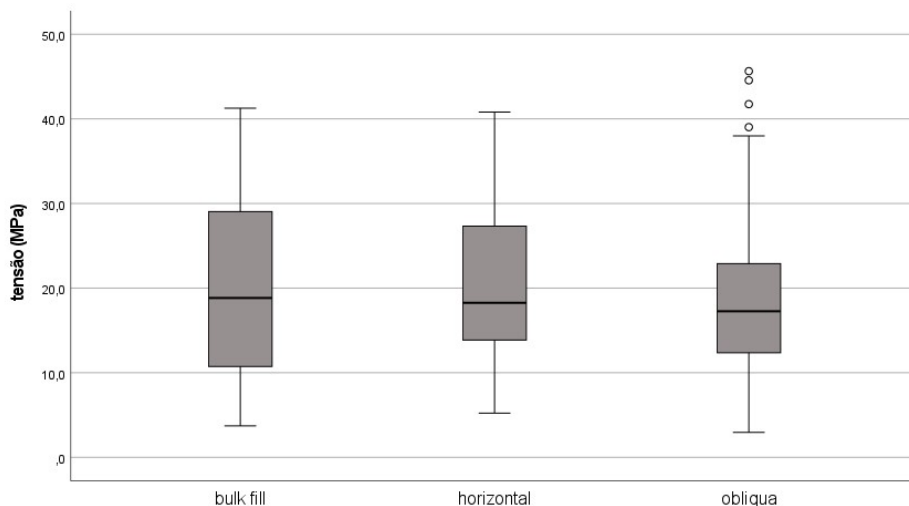
Tabela 2 - Análise descritiva entre os grupos.

Grupo	Média (desvio padrão)	Mediana	Percentil 25/Percentil 75
Bulk fill	19.78 ± 9.75	18.84	10.74/29.04
Horizontal	20.32 ± 8.74	18.26	13.86/27.33
Oblíqua	19.03 ± 9.80	17.26	12.36/22.90

\* Valores em Megapascal (Mpa).  
Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O diagrama de extremos e quartis seguinte demonstra a distribuição de valores da tensão de fratura nos três grupos analisados (Gráfico 1).

Gráfico 1- Boxplot da variação de dados entre os grupos.

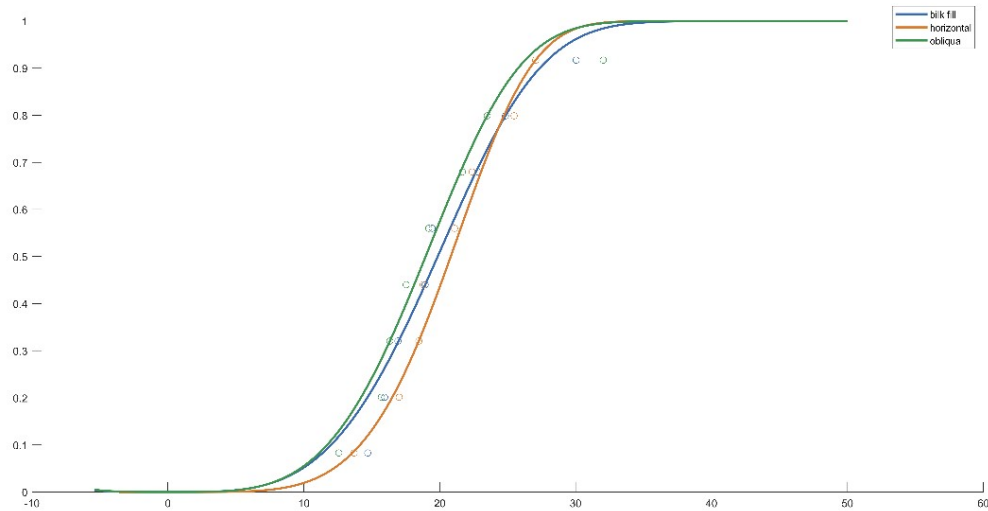


Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

O modelo linear misto não apresentou diferenças estatisticamente significativas ( $p = 0.769$ ) entre as tensões dos diferentes grupos.

A partir da análise de Weibull com dois parâmetros sobre a probabilidade de fratura entre os 3 grupos, foi elaborado o gráfico 2, com probabilidade de 5% de fratura em cada grupo.

Gráfico 2 - Probabilidade de falhas entre os grupos em função da tensão e tempo decorrido.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A tabela 3 a seguir mostra o valor e respectivos intervalos de confiança dos parâmetros da curva Weibull de dois parâmetros. Apresenta também o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para a qualidade de ajuste e a tensão para a probabilidade de fratura de 5%.

Tabela 3 – Comparação numérica da análise de Weibull.

Grupo	$\beta$	H	$R^2$	$T_{5\%}$
<b>Bulk-fill</b>	3.74 [2.50;4.99]	21.89 [20.52; 23.26]	0.95	9.44 [6.72; 12.17]
<b>Horizontal</b>	4.87 [3.68;6.06]	22.44 [21.61;23.26]	0.97	11.87 [9.90; 13.85]
<b>Oblíqua</b>	3.91 [2.76;5.07]	20.82 [19.76;21.89]	0.97	9.20 [6.77; 11.61]

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A partir da análise do gráfico e dos intervalos de confiança para a tensão de fratura para a probabilidade de 5%, é possível concluir que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, na medida em que os intervalos de confiança se sobrepõem.

A frequência do tipo de fratura nos três grupos é apresentada na tabela 4. Após teste exato de Fisher não se observou associação estatisticamente significativa entre o tipo de fratura e o grupo estudado ( $p > 0.05$ ).

Tabela 4- Frequência absoluta e relativa do tipo de fratura.

	<b>Adesiva</b>	<b>Coesiva em resina</b>	<b>Coesiva em dentina</b>	<b>Mista</b>
<b>Bulk-fill</b>	20 (40.8%)	8 (16.3%)	7 (14.3%)	14 (28.6%)
<b>Horizontal</b>	17 (32.7%)	13 (25.0%)	1 (1.9%)	21 (40.4%)
<b>Oblíqua</b>	26 (45.6%)	13 (22.8%)	3 (5.3%)	15 (26.3%)

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

## DISCUSSÃO

Neste estudo não houve diferença estatística entre as resistências de união das técnicas de inserção bulk-fill, horizontal e oblíqua, assim como não há relação entre as fraturas e o tipo de técnica aplicada. O resultado encontrado rejeita a hipótese alternativa que a aplicação de diferentes técnicas de inserção de resina composta à dentina influencia a resistência de união da restauração, hipótese construída sobre os resultados de estudos anteriores<sup>11-19</sup>.

Uma possível justificativa para os resultados encontrados seriam o número de falhas pré-teste/prematuras (antes do teste de tração), bastante comuns em virtude da manipulação dos pequenos espécimes e aproximadamente 20% dos bastonetes da pesquisa. Estas fraturas têm resistências desconhecidas, e são comumente referentes a falhas no material resinoso como bolhas de ar, fraco desempenho do adesivo utilizado ou microfissuras e microfraturas durante o corte<sup>20-23</sup>. Na pesquisa houve concordância entre os autores para descartar valores das falhas pré-teste, considerando a possível inclusão um viés, com subestimação dos valores das médias dos espécimes caso houvesse a inclusão como valor de resistência igual a zero<sup>20</sup>.

Testes de microtração são amplamente utilizados para comparar materiais odontológicos, principalmente resistências adesivas. Uma de suas vantagens é o maior percentual de falhas adesivas em comparação àquelas coesivas (bastante comuns em testes de cisalhamento). Na pesquisa foi observado alto número de falhas coesivas, demonstrando a distribuição incorreta de forças sobre o bastonete, concentrando o estresse na resina composta e/ou na dentina e não na interface adesiva. A distribuição de forças de modo não uniforme pode ter sido influenciada também por defeitos internos do espécime, fazendo com que a resina ou dentina fraturasse antes que a interface.

A técnica altamente sensível para testes de microtração, principalmente na fixação manual no método de prensa ativa com cola de cianoacrilato requerem uma manipulação cuidadosa. O modo de fixação do corpo de prova e a manutenção de seu alinhamento garantem a distribuição adequada das forças e obtenção de valores de resistência adesiva correta<sup>22,23</sup>.

Idealmente o tempo entre a extração do elemento dentário e os testes mecânicos deve ser 1 semana, o que não foi possível na pesquisa, ficando o material armazenado mais tempo do que deveria, o que pode ter afetado propriedades dos substratos<sup>10</sup>.



Na pesquisa também observou-se valores de resistência de união entre os grupos são menores ou próximos a 20 Mpa. O uso de testes de microtração são preferíveis quando valores são superiores a 25 Mpa, caso contrário a preparação dos espécimes pode induzir estresse sobre a interface e causar fraturas que podem resultar em valores inconsistentes<sup>23</sup>.

Não foram encontrados estudos iguais a este, que utilizassem a mesma metodologia e materiais, assim, foram selecionados os com alguns aspectos semelhantes.

Foram encontrados estudos comparativos que avaliaram a influência da técnica incremental na deflexão de cúspide, resistência de união à tração e propriedades mecânicas da resina composta. Neste estudo utilizaram 117 molares em cavidades classe II restaurados com 3 compósitos (Filtek LS; Aelite LS; Filtek Supreme) em 3 técnicas de inserção (em massa, incremental de 8 e 16 incrementos). A resistência adesiva significativamente menor com a técnica em massa tanto na região superior (7,9; 8,7;11,0), assim como na região inferior (5,6; 6,7;14,5). As técnicas incrementais mostraram-se superiores, não havendo diferença apenas entre as técnicas de 8 e 16 incrementos. Quanto ao modo de falha, todos os compósitos apresentaram fraturas semelhantes, independente da técnica utilizada. Houve maior incidência de falhas coesivas em técnicas bulk-fill do que em incrementais. O autor justifica seus resultados ao fato da técnica incremental receber maior irradiância do fotopolimerizador e garante melhor qualidade do material, mantendo propriedades mecânicas adequadas.

Semelhanças foram encontradas com estudos comparativos preparações conservadoras, estendidas, cavidades de baixo ou alto fator C<sup>14,15</sup>. Utilizando preparações conservaora (5x2x2mm) ou estendias (5x4x2mm) em técnicas de inserção bulk fill ou horizontal, os valores de resistência à fratura ( $p=0,71$ ), resistência de união ( $p=0,82$ ) não foram afetados significativamente pela técnica de inserção ou tamanho da preparação da cavidade.

Quando comparadas cavidades de alto e baixo fator C com profundidade de 2 mm, não foi detectado para resistência à tração diferença entre os grupos ( $p>0,05$ ), sendo assim a técnica de preenchimento não sendo capaz de minimizar a contração de polimerização.

Autores<sup>12-14</sup> que utilizaram uma metodologia semelhante à pesquisa, entretanto confeccionaram cavidades menores de dimensões 3,5x3,5x3mm. Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, forças significativamente maiores foram encontradas em inserções horizontais, técnicas bulkfill com maior infiltração que técnicas incrementais e falhas principalmente coesivas em camada híbrida.

Na literatura há a descrição do termo hierarquia da adesão. As resinas compostas contraem em direção à parede mais aderida ou ao centro da resina composta (camadas superiores a 1 milímetro), aproximando-se da parede mais seca (esmalte) e afastando-se da mais úmida (dentina). Cada substrato dental possui valor de resistência de união, que variam de 15-50 Mpa, logo, é necessário aderir paredes similares durante a técnica restauradora, para que não haja competição e tensão entre as superfícies, sendo ideal a técnica de inserção horizontal, o que não ocorreu no atual estudo.

Em outros estudos, a técnica oblíqua produziu o melhor equilíbrio entre tensões ao longo da interface, deformações de cúspides e trincas em molares com restaurações MOD<sup>3,15</sup>.

Resultados divergentes foram encontrados<sup>17,18</sup> onde as técnicas de restauração bulk-fill em cavidades classe II MOD apresentaram boas propriedades como menor tensão/estresse sobre as cúspides, contração de polimerização e maior resistência à fratura quando comparados à técnica incremental.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentro das limitações inerentes a este trabalho, concluiu-se que a aplicação de diferentes técnicas de inserção do material restaurador não influenciou na resistência de união nem no padrão de falhas de restaurações de resina composta.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Bowen RL. Properties of a silicereinforced polymer for dental restorations. JADA., v. 66, p.57–64; 1963.
- 2- Bayne SC, Ferracane, JL, Marshall GW, Marshall SJ, Van Noort R. The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. J Dent Res. v. 98, n. 3, p. 257-265, Mar 2019.
- 3- Soares CJ, Faria-e-Silva AL, Rodrigues MP, Vilela ABF, Pfeifer CS, Tantbirojn D, Versluis A. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know? Braz Oral Res. v. 28, n. 31, Aug 2017.
- 4- Mondelli RFL, Velo MMAC, Gonçalves SRS. Influence of composite resins volume and C-factor on the shrinkage polymerization stress. Brazilian Dental Science, São José dos Campos, v. 19, n. 2, p. 72-81, 2016.
- 5- Xu T, Li X, Wang H, Zheng G, Yu G, Zhu S. Polymerization shrinkage kinetics and degree of conversion of resin composites. J Oral Sci. v. 62, n. 3, p. 275-280, Jun 2020.
- 6- Han S H, Sadr A, Tagami J, Park SH. Internal adaptation of resin composites at two configurations: influence of polymerization shrinkage and stress. Dent Mater. v. 32, p. 1085- 94, 2016.
- 7- Kunk PVM, Wambier LM, Kaizer MDR, Correr GM, Reis AS, Gonzaga CC. Is the clinical performance of composite resin restorations in posterior teeth similar if restored with incremental or bulk-filling techniques? A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Investig. v. 26, n. 3, p. 2281-2297, Mar 2022.
- 8- Chandrasekhar V, Rudrapati L, Badami V, Tummala M. Técnicas incrementais em restauração direta com compósito. J Conserv Dent. V. 20, n. 6, p. 386-391, Nov 2017.
- 9- Soares CJ, Bicalho AA, Tantbirojn D, Versluis A. Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and diferente incremental techniques. J AdhesDent. v. 15, n. 4, p. 341-50, Aug 2013.
- 10- Armstrong S, Breschi L, Özcan M, Pfeifferkorn F, Ferrari M, Van meerbeek B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite

bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength ( $\mu$ TBS) approach. *Dent Mater.* v. 33, n. 2, p. 133-143, Feb 2017.

11- Bicalho AA, Pereira RD, Zanatta RF, et al. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent.* v. 39, n. 2, p. 71-82. Mar-Apr 2014.

12- Niu Y. et al. Effects of layering techniques on the micro-tensile bond strength to dentin in resin composite restorations. *Dent Mater.*, Copenhagen, v. 25, n. 1, p. 129-134, 2009.

13- Pottier JG, Gregg A, Aregawi W, et al. A standardized method to determine the effect of polymerization shrinkage on the cusp deflection and shrinkage induced built-in stress of class II tooth models. *J Mech Behav Biomed Mater.* n. 111, p. 103987, Nov 2020.

14- Nadig RR, Bugalia A, Usha G, et al. Effect of four different placement techniques on marginal microleakage in class II composite restorations: in vitro study. *World Journal of Dentistry.* v. 2, n. 2, p. 111-11. April 2011.

15- Oliveira AA, Ribeiro MLP, Costa PVM, et al. The effect of filling technique on the cuspal strain, polymerization shrinkage stress, enamel crack formation and depth of cure of restored molars. *Dent Mater.* v. 38, n. 8, p. 1404-1418, Aug 2022.

16- Alleman D, Nejad, Alleman D. The protocols of biomimetic restorative dentistry: 2002- 2017. *Inside Dentistry.* v. 13, n. 6, p. 64-73, 2017.

17- Martins LC, Oliveira LRS, Braga SSL, et al. Effect of Composite Resin and Restorative Technique on Polymerization Shrinkage Stress, Cuspal Strain and Fracture Load of Weakened Premolars. *J Adhes Dent.* v. 22, n.5, p. 503-514, 2020.

18- Rosatto CM, Bicalho AA, Veríssimo C, et al. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent.* v. 43, n. 12, p. 1519-28, Dec 2015.

19- Moosavi H, Maleknejad F, Forghani M, Afshari E. Evaluating Resin-Dentin Bond by Microtensile Bond Strength Test: Effects of Various Resin Composites and Placement Techniques. *Open Dent J.* 2015 Dec 23;9:409-13.

20- Shono T, Terashita M, Pashley EL, et al. Effects of cross-sectional area on resin-enamel tensile bond strength. *Dent Mater.* 1997;13(5):290-6.

21- Abdalla AI. Microtensile and tensile bond strength of singlebottle adhesives: new test method. *J Oral Rehab.* 2004;31:379- 84.

22- Pashley DH, Sano H, Ciuchi B, et al. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater.* 1995;11(2):117-25.

23- Schreiner RF, Chappell RP, Glaros A, et al. Microtensile testing of dentin adhesives. *Dent Mater.* 1998;14:194-201.

24- De Assis FS, Lima SN, Tonetto MR, et al. Evaluation of Bond Strength, Marginal Integrity and Fracture Strength of Bulk- vs Incrementally-filled Restorations. *J Adhes Dent.* 2016; 18(4):317-23.

25- Loguercio AD, Reis A, Schroeder M, et al. Polymerization shrinkage: effects of boundary conditions and filling technique of resin composite restorations. *J Dent.* v. 32, n. 6, p. 459-70, Aug 2004.

## **7 CONCLUSÃO**

Dentro das limitações inerentes a este trabalho, concluiu-se que a aplicação de diferentes técnicas de inserção do material restaurador não influenciou na resistência de união nem no padrão de falhas de restaurações de resina composta.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWEN, R. L. Properties of a silicereinforced polymer for dental restorations. *JADA.*, v. 66, p. 57–64; 1963.
- BAYNE, S. C; FERRACANE, J. L; MARSHALL, G. W; MARSHALL, S. J; VAN NOORT, R. The Evolution of Dental Materials over the Past Century: Silver and Gold to Tooth Color and Beyond. *J Dent Res.* v. 98, n. 3, p. 257-265, Mar 2019.
- SOARES, C. J, FARIA-E-SILVA, A. L; RODRIGUES, M. P; VILELA, A. B. F; PFEIFER, C. S; TANTBIROJN, D; VERSLUIS, A. Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements - What do we need to know? *Braz Oral Res.* v. 28, n. 31, Aug 2017.
- MONDELLI, R. F. L; VELO, M. M. A. C; GONÇALVES, R. S. Influence of composite resins volume and C-factor on the shrinkage polymerization stress. *Brazilian Dental Science, São José dos Campos*, v. 19, n. 2, p. 72-81, 2016.
- XU, T; LI, X; WANG, H; ZHENG, G; YU, G; WANG, H; ZHU, S. Polymerization shrinkage kinetics and degree of conversion of resin composites. *J Oral Sci.* v. 62, n. 3, p. 275-280, Jun 2020.
- HAN, S. H; SADR, A; TAGAMI, J; PARK, S. H. Internal adaptation of resin composites at two configurations: influence of polymerization shrinkage and stress. *Dent Mater.* v. 32, p. 1085- 94, 2016.
- KUNZ, P. V. M; WAMBIER, L. M; KAIZER, M. D. R; CORRER, G. M; REIS, A; GONZAGA, C. C. Is the clinical performance of composite resin restorations in posterior teeth similar if restored with incremental or bulk-filling techniques? A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Investig.* v. 26, n. 3, p. 2281- 2297, Mar 2022.
- CHANDRASEKHAR, V; RUDRAPATI, L; BADAMI, V; TUMMALA, M. Técnicas incrementais em restauração direta com compósito. *J Conserv Dent.* V. 20, n. 6, p. 386-391, Nov 2017.
- FERRACANE, L. J. Resin composite – State of the art. *Dental Materials.* v. 27, p 29-38, 2011.
- KOWALSKA, A; SOKOLOWSKI, J; BOCIONG, K. The Photoinitiators Used in Resin Based Dental Composite-A Review and Future Perspectives. *Polymers (Basel).* 2021 Feb 2;13(3):470.
- RODRÍGUEZ, H. A; KRIVEN, W. M; CASANOVA, H. Development of mechanical properties in dental resin composite: Effect of filler size and filler aggregation state. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2019 Aug;101:274-282.
- YADAV, R; KUMAR, M. Dental restorative composite materials: A review. *J Oral Biosci.* v. 61, n 2, p. 78-83, Jun 2019.
- MEEREIS, C. T. W; MÜNCHOW, E. A; DE OLIVEIRA DA ROSA, W. L, DA SILVA, A. F; PIVA, E. Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: A systematic review and meta-analyses of composition strategies. *J Mech Behav Biomed Mater.* v. 82, p. 286-281, Jun 2018.
- KAISARLY, D; GEZAWI, M. E. Polymerization shrinkage assessment of dental resin composites: a literature review. *Odontology.* v. 104, n. 3, p. 257-70, Sep 2016.
- MANTRI, S. P; MANTRI, S. S. Management of Shrinkage Stresses in Light Cure Composite Resin. *J Esthet Restor Dent.* v. 25, p. 305-313, 2013.
- BICALHO, A. A; VALDÍVIA, A. D; BARRETO, B. C; TANTBIROJN, D; VERSLUIS, A; SOARES, C. J. Incremental filling technique and composite material--part II: shrinkage and shrinkage stresses. *Oper Dent.* v. 39, n. 2, p.83-92, Mar 2014.

- BICALHO, A. A; PEREIRA, R. D; ZANATTA, R. F; FRANCO, S. D; TANTBIROJN, D; VERSLUIS, A; SOARES, C. J. Incremental filling technique and composite material--part I: cuspal deformation, bond strength, and physical properties. *Oper Dent.* v. 39, n. 2, p. 71-82. Mar-Apr 2014.
- ILIE, N; KUNZELMANN, K. H; HICKEL, R. Evaluation of micro-tensile bond strengths of composite materials in comparison to their polymerization shrinkage. *Dent Mater.* v. 22, n. 7, p. 593- 601. Jul 2006.
- MÜNCHOW, E. A; MEEREIS, C. T. W; DE OLIVEIRA, W. L; DA SILVA, A. F; PIVA, E. Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: A systematic review and meta-analyses of technique protocol and photo-activation strategies. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2018 Jun;82:77-86.
- STRAZZI-SAHYON, H. B; ROCHA, E. P; ASSUNÇÃO, W. G; DOS SANTOS P. H. Influence of Light-Curing Intensity on Color Stability and Microhardness of Composite Resins. *Int J Periodontics Restorative Dent.* v. 40, n. 1, p. 129-134, Jan/Feb 2020.
- CARVALHO, A. A., MOREIRA, F. C. L., FONSECA, R. B., SOARES, C. J., FRANCO, E. D., SOUZA, J. B., & LOPES, L. G. (2012). effect of light sources and curing mode techniques on sorption, solubility and biaxial flexural strength of a composite resin. *journal of applied oral science*, 20(2), 246-252.
- PRICE, R. B. T. Light curing in dentistry. *Dent Clin North.* 2017 oct;61(4):751-778.
- MEHL, A; HICKEL, R; KUNZELMANN, K. H. Physical properties and gap formation of light-cured composites with and without 'softstart-polymerization'. *J Dent.* v. 25, n. 3-4, p. 321-30, May- Jul 1997.
- URABE, I; NAKAJIMA, S; SANO, H; TAGAMI, J. Physical properties of the dentin-enamel junction region. *Am J Dent.* v.13, n. 3, p. 129-35, Jun 2000.
- YOSHIKAWA, T; SANO, H; BURROW, MF; TAGAMI, J; PASHLEY, D. H. Effects of dentin depth and cavity configuration on bond strength. *J Dent Res.* v.78, n. 4, p. 898-905, Apr 1999.
- NAKAJIMA, M; KUNAWAROTE, S; PRASANSUTTIPORN, T; TAGAMI, J. Bonding to caries- affected dentin. *Japanese Dental Science Review.* v. 47, p. 102-114, 2011.
- NAKAJIMA, M; KITASAKO, Y; OKUDA, M; FOXTON, R. M; TAGAMI, J. Elemental distributions and microtensile bond strength of adhesive interface to normal and caries-affected dentin. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* v. 72B, p. 268-75, 2005.
- VERSLUIS, A; DOUGLAS, W. H; CROSS, M; SAKAGUCHI, R. L. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res.* v. 75, n.3, p. 871-8, Mar 1996.
- NAKAJIMA, M; OGATA, M; OKUDA, M; TAGAMI, J; SANO, H; PASHLEY, D. H. Bonding to caries-affected dentin using self-etching primers. *Am J Dent.* v. 12, n. 6, p. 309-14, Dec 1999. Erratum in: *AmJ Dent*, v. 13, n. 2, p. 72, Apr 2000.
- ALLEMAN, D; ALLEMAN, D; DELIPERI, S; DIAZ, J. Á; MARTINS, L; KEULEMANS, F. Decoupling with time. *Inside Dentistry.* p 35-41, Aug 2021.
- ALLEMAN, D; NEJAD, M; ALLEMAN, D. The protocols of biomimetic restorative dentistry: 2002- 2017. *Inside Dentistry.* v. 13, n. 6, p. 64-73, 2017.
- FEILZER, A. J; DE GEE, A. J; DAVIDSON, C. L. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J. dent. res.* v. 66, n. 11, p. 1636-9, 1987.
- MAGHAIREH, G. A; PRICE, R. B; ABDO, N; TAHA, N. A; ALZRAIKAT, H. Effect of Thickness on Light Transmission and Vickers Hardness of Five Bulk-fill Resin-based Composites Using Polywave and Single-peak Light-emitting Diode Curing Lights. *Oper Dent.* v. 44, n. 1, p. 96-107, Jan/Feb 2019.

- HAN, S. H; PARK, S. H. Incremental and Bulk-fill Techniques With Bulk-fill Resin Composite in Different Cavity Configurations. *Oper Dent.* v. 43, n. 6, p. 631-641, Nov/Dec 2018.
- JUNG, J. H; PARK, S. H. Comparison of Polymerization Shrinkage, Physical Properties, and Marginal Adaptation of Flowable and Restorative Bulk Fill Resin-Based Composites. *Oper Dent.* v. 42, n. 4, p. 375-386, Jul/Aug 2017.
- OHMORI, K; TASAKI, T; KIMURA, S; HORI, A; SAKAEDA, N; HANABUSA, M; YAMAMOTO, T. Residual polymerization stresses in human premolars generated with Class II composite restorations. *J Mech Behav Biomed Mater.* v. 104, p. 103643, Apr 2020.
- KHAMIS, H; SALWA, K. Composite restorations of large class II cavities using split-increment horizontal placement technique. *Oper Dent.* p. 172-77, 2005.
- NIKOLAENKO, S. A; LOHBAUER, U; ROGGENDORF, M; PETSCHT, A; DASCH, W; FRANKENBERGER, R. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dent Mater.* v. 20, n. 6, p. 579-85, Jul 2004.
- POTTIER, J. G; GREGG, A; AREGAWI, W; NASIRI, E; FOK, A; LIU, Y; KREPLAK, L; PRICE, R. B; LABRIE, D. A standardized method to determine the effect of polymerization shrinkage on the cusp deflection and shrinkage induced built-in stress of class II tooth models. *J Mech Behav Biomed Mater.* n.111, p. 103987, Nov 2020.
- NADIG, R. R; BUGALIA, A; USHA, G; KARTHIK, J; RAO, R; VEDHAVATHI, B. Effect of four different placement techniques on marginal microleakage in class II composite restorations: in vitro study. *World Journal of Dentistry.* v. 2, n. 2, p. 111-11. April 2011.
- OLIVEIRA, A. A; RIBEIRO, M. L. P; COSTA, P. V. M; PEREIRA, R. D; VERSLUIS, A; VERÍSSIMO, C. The effect of filling technique on the cuspal strain, polymerization shrinkage stress, enamel crack formation and depth of cure of restored molars. *Dent Mater.* v. 38, n. 8, p. 1404-1418, Aug 2022.
- SOARES, C. J; BICALHO, A. A; TANTBIROJN, D; VERSLUIS, A. Polymerization shrinkage stresses in a premolar restored with different composite resins and different incremental techniques. *J AdhesDent.* v. 15, n. 4, p. 341-50, Aug 2013.
- MARTINS, L. C; OLIVEIRA, L. R. S; BRAGA, S. S. L; SOARES, C. J; VERSLUIS, A; BORGES, G. A; VERÍSSIMO, C. Effect of Composite Resin and Restorative Technique on Polymerization Shrinkage Stress, Cuspal Strain and Fracture Load of Weakened Premolars. *J Adhes Dent.* v. 22, n.5, p. 503-514, 2020.
- ROSATTO, C. M; BICALHO, A. A; VERÍSSIMO, C; BRAGANÇA, G. F; RODRIGUES, M. P; TANTBIROJN, D; VERSLUIS, A; SOARES, C. J. Mechanical properties, shrinkage stress, cuspal strain and fracture resistance of molars restored with bulk-fill composites and incremental filling technique. *J Dent.* v. 43, n. 12, p. 1519-28, Dec 2015.
- LOGUERCIO, A. D; REIS, A; SCHROEDER, M; BALDUCCI, I; VERSLUIS, A; BALLESTER, R.Y. Polymerization shrinkage: effects of boundary conditions and filling technique of resin composite restorations. *J Dent.* v. 32, n. 6, p. 459-70, Aug 2004.
- RIBEIRO, J. C. V; VALE, M. S; SILVA, M. M; FERNANDES, C. A. O. The microtensile test in bond strength evaluation: fundamentals and applications. *RGO – na Gaúcha Odontol., Porto Alegre,* v.61, suplemento 0, p. 497-504, Jul./Dez 2013.
- VAN NOORT, R; NOROOZI, S; HOWARD, I. C; CARDEW, G. A critique of bond strength measurements. *J Dent.* v. 17, p. 61-67, 1989.
- CAVALCANTE, L. M; ERHARDT, M. C; BEDRAN-DE-CASTRO, A. K; PIMENTA, L. A; AMBROSANO, G. M. Influence of different tests used to measure the bond

strength to dentin of two adhesive systems. *Am J Dent.* v. 19, n. 1, p. 37-40, Feb 2006.

SANO, H. Microtensile Testing, Nanoleakage, and Biodegradation of Resin-Dentin Bonds. *Journal of Dental Research.* v. 85, n. 1, p. 11-14, 2006.

PASHLEY, D. H; SANO, H; CIUCCHI, B; YOSHIYAMA, M; CARVALHO, R. M. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater.* v. 11, n. 2, p. 117-25, Mar 1995.

SADEK, F. T; CURY, A. H; MONTICELLI, F; FERRARI, M; CARDOSO, P. E. The influence of the cutting speed on bond strength and integrity of microtensile specimens. *Dent Mater.* v. 21, n. 12, p. 1144-9, Dec 2005.

ARMSTRONG, S, BRESCHI, L; ÖZCAN, M; PFEFFERKORN, F; FERRARI, M; VAN MEERBEEK, B. Academy of Dental Materials guidance on in vitro testing of dental composite bonding effectiveness to dentin/enamel using micro-tensile bond strength ( $\mu$ TBS) approach. *Dent Mater.* v. 33, n. 2, p. 133-143, Feb 2017.



## APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



**Poder Executivo**  
**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal do Amazonas**  
**Faculdade de Odontologia**  
**Biobanco de Dentes Humanos**



### 2ª Via – Consentidor

No / Ano

	/	
--	---	--

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nós, Profª Drª Flávia Cohen Carneiro Pontes, Coordenadora do Biobanco da FAO-UFAM e Profª Drª Andrezza Lauria de Moura, vice-coordenadora, convidamos gentilmente você a ceder o(s) seu(s) dente(s) extraído(s), para o **Biobanco** da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas.

O material será coletado após o procedimento cirúrgico que o senhor(a) será submetido(a) previsto no planejamento do tratamento apresentado ao senhor(a) pelo Serviço de Saúde em que está sendo atendido. O(s) dente(s) será(ão) coletado(s) em frascos individuais e identificados, para posteriormente serem limpos e armazenados em estoque no Biobanco da FAO-UFAM.

O(s) dente(s) cedido(s) será(ão) utilizado(s) para estudo, treinamento laboratorial pré-clínico ou pesquisas. Caso seja(m) utilizado(s) em pesquisas, estas deverão ter sido aprovadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

Os estudos realizados com o material cedido envolverão pesquisas na área de Odontologia (Materiais de uso odontológico, restauração de dentes e estudo da cárie, entre outros). Estas pesquisas serão úteis para os avanços científicos dos estudos em laboratórios acerca do comportamento de diferentes materiais e/ou condições de exposição da superfície dentária.

Ao convidá-lo(a), gostaríamos de esclarecer que:

1. A concessão do(s) dente(s) é livre e não causará quaisquer prejuízos pessoais ou ao andamento do seu atendimento no Serviço de Saúde.
2. Suas informações pessoais serão mantidas em sigilo e privacidade, pois suas respostas serão analisadas em conjunto com as respostas de todos os outros consentidores.
3. Você é livre para desautorizar o uso de suas respostas/amostras a qualquer momento, sem prejuízo ou penalização alguma às partes envolvidas.
4. Você será comunicado sobre a necessidade de descarte do material armazenado, o que poderá ocorrer se a amostra não atender a critérios mínimos de qualidade para pesquisa, se houver dificuldades institucionais para seu armazenamento (espaço) ou se o Biobanco deixar de existir. Nos dois últimos casos, deveremos ofertar seu material à outra instituição de pesquisa que possui Biobanco aprovado pela CONEP e informar ao CEP da UFAM, que informará a CONEP;
5. Você terá livre acesso aos resultados obtidos nas pesquisas realizadas com seu material biológico;
6. O material concedido ficará sob a guarda da Faculdade de Odontologia da UFAM, sob cuidados dos responsáveis pelo Biobanco, e será utilizado como dados de pesquisa científica, podendo vir a ser divulgados em artigos e/ou congressos, resguardando-se sempre o sigilo quanto à sua identidade e dos demais consentidores.
7. A realização de pesquisas futuras utilizando o material depositado no Biobanco necessita obrigatoriamente de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa institucional e, quando for o caso, da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), o qual deverá estar ciente da utilização deste material.
8. Você terá acesso gratuito:
  - a. às informações associadas ao seu material biológico humano armazenado;
  - b. às informações obtidas a partir de seu material biológico humano utilizado;
  - c. às informações genéticas obtidas a partir do seu material biológico humano utilizado, inclusive aquelas que impliquem em riscos para doenças não preveníveis ou riscos familiares;
  - d. ao aconselhamento genético, quando aplicável;



**Poder Executivo**  
**Ministério da Educação**  
**Universidade Federal do Amazonas**  
**Faculdade de Odontologia**  
**Biobanco de Dentes Humanos**



- e. às informações sobre as finalidades do armazenamento, incluindo seu responsável, os riscos e benefícios potenciais, as garantias de qualidade de conservação e integridade de seu material biológico, e as medidas para garantir a privacidade e confidencialidade.
- f. Seu nome e todas as informações ficarão em segredo e você responderá somente o que quiser.
9. Este TCLE está sendo elaborado em duas vias, rubricado em todas as páginas pelo participante da pesquisa ou seu responsável e pelo responsável pelo BIOBANCO.

Em caso de dúvidas quanto aos seus direitos como consentidor entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFAM, que é o órgão responsável por garantir os cuidados éticos das pesquisas realizadas com o seu material, situado na R. Teresina, 495 – Adrianópolis, CEP: 69057-070, Manaus – AM Fone: (92) 3305-1181 (Ramal 2004), E-mail: [cep.ufam@gmail.com](mailto:cep.ufam@gmail.com) ou através do responsável pelo Biobanco na FAO, Profª Drª Flávia Cohen Carneiro Pontes pelo telefone (092) 3305-4907 ou pelo e-mail [biobanco@ufam.edu.br](mailto:biobanco@ufam.edu.br) ou endereço Av. Ministro Waldemar Pedrosa, n.1539, 3º Andar. Praça 14 de Janeiro, CEP. 69025-050, Manaus-AM.

Aceito responder a ficha de identificação do consentidor:

SIM  NÃO  EM PARTE

Aceito conceder o material para o Biobanco da Faculdade de Odontologia da UFAM:

SIM  NÃO

Declaro ainda que (assinale apenas uma das alternativas abaixo):

a cada nova pesquisa realizada com o material biológico concedido e armazenado no Biobanco da Faculdade de Odontologia da UFAM quero ser contatado para assinar um consentimento de que meu material seja utilizado na pesquisa;

novas pesquisas realizadas com o material biológico concedido e armazenado no Biobanco da Faculdade de Odontologia da UFAM podem ser realizadas sem a necessidade de minha aprovação para uso em cada uma delas.

Em caso de morte ou incapacidade, quem responderá pelo uso do material biológico concedido e armazenado no Biobanco da Faculdade de Odontologia da UFAM será:

NOME: \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_

Diante destas informações, declaro meu consentimento livre para ceder o(s) dente(s) \_\_\_\_\_ (escrever o número do dente) para o **Biobanco da FAO-UFAM**, assinando o presente termo.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20 \_\_\_\_.

Consentidor (Nome por extenso): \_\_\_\_\_

Responsável (em caso de voluntário menor de idade ou incapaz): \_\_\_\_\_

Tel: \_\_\_\_\_

**Consentidor ou Responsável (assinatura)**

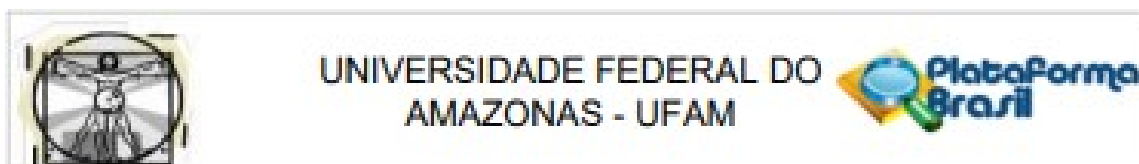
*Flávia Cohen*

**Profª Drª Flávia Cohen Carneiro Pontes**

Responsável pelo Biobanco – FAO/UFAM



## ANEXO A - PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação de técnicas restauradoras para aumento da resistência de união em restaurações classe I de resina composta, imediato e após 6 meses.

**Pesquisador:** YAMILLE DE LIMA SOUZA

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 61821722.0.0000.5020

**Instituição Proponente:** Faculdade de Odontologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.663.753

#### Apresentação do Projeto:

As restaurações em resina composta, ao serem polimerizadas, sofrem tensões derivadas da contração de polimerização, podendo levar a falhas adesivas. Por isso, alguns métodos foram propostos na tentativa de aliviar essas tensões. O objetivo deste estudo *in vitro* será avaliar o efeito do DWT e de técnicas de inserção da resina composta na resistência de união de restaurações adesivas à dentina em cavidades classe I. Sessenta molares humanos hígidos, extraídos, terão preparos padronizados de classe I (comprimento: 6 mm; largura 4 mm; profundidade 4 mm;  $\pm 0,01$  mm) e serão aleatoriamente designados a grupos, de acordo com a técnica restauradora. Grupo 1 feita com técnica horizontal; grupo 2 com técnica oblíqua; grupo 3 com técnica bulkfill, grupo 4 com a técnica desacople com o tempo e técnica horizontal, grupo 5 com técnica desacople com o tempo e técnica bulkfill. Após 24 h de armazenamento em água, a 37°C, metade das amostras serão seccionadas, com área de seção transversal de 1mm<sup>2</sup> (0,9x 0,9 $\pm$ 0,1mm), e submetidas ao teste de microtração na máquina de ensaios universais EMIC (a uma velocidade de 0,5mm/min). A outra metade passará por um armazenamento de 6 meses e seguirá a mesma sequência de teste. As resistências médias de união serão analisadas usando ANOVA a um critério e o teste de Bonferroni com um nível de significância de 95%

#### Hipótese:

As diferentes técnicas restauradoras influenciam na resistência de união de restaurações de resina

**Endereço:** Rua Teresina, 4950

**Bairro:** Adrianópolis

**CEP:** 69.057-070

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**E-mail:** cep.ufam@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 5.663.753

composta.

#### Metodologia Proposta:

60 molares humanos intactos, não cariados, não restaurados, extraídos por razões ortodônticas serão selecionados e armazenados em azida sódica 0,1%, a 4°C, por menos de 3 meses. Os dentes humanos utilizados na pesquisa serão obtidos no biobanco da FAO-UFAM, com termo de anuência devidamente assinado e anexado ao projeto. Os dentes serão limpos, e examinados para garantir que não apresentam defeitos, e posteriormente divididos aleatoriamente em 5 grupos, de acordo com a técnica restauradora. Para todos os grupos a confecção dos preparos oclusais padronizados de Classe I (comprimento: 6 mm; largura 4 mm; profundidade 4 mm;  $\pm 0,01$  mm) serão feitas em cada dente usando pontas diamantadas, em alta rotação, sob resfriamento de água abundante. Após os preparos, todas as cavidades serão jateadas com óxido de alumínio 50 micrometros com um jateador (Bio Art Equipamentos Odontológicos, São Carlos, Brasil) em uma distância de 1cm, com pressão de 2,8 bars, por 10 segundos. Em seguida, o tratamento adesivo será realizado com o sistema adesivo autocondicionante (Clearfil SE Bond, Kuraray, Japão). Inicialmente, será realizado o condicionamento ácido das margens de esmalte com ácido fosfórico a 37% (da ultradent, descrever), por 15 segundos, seguido de lavagem abundante e secagem. Em seguida, será aplicado o primer em toda a área de dentina, de forma ativa por 20 segundos, com remoção de excesso com sugador endodôntico e volatilização do solvente com jatos de ar à distância. Em seguida, será aplicado o adesivo em toda a cavidade, esmalte e dentina, seguida da remoção de excesso com microbrush e fotoativação do mesmo. Após o procedimento adesivo, será feito o "resin coating" que consiste na aplicação de uma camada de 0,5mm de resina composta fluida (Grandioso Heavy Flow, VOCO, Alemanha) na superfície de dentina. Posteriormente, a cavidade será restaurada de acordo com seu grupo, sendo: Grupo 1: Incrementos de 1mm com a resina composta convencional em incrementos horizontais fotoativados por 40 segundos cada incremento; Grupo 2: Incrementos com resina composta convencional incrementos oblíquos fotoativados por 40 segundos cada incremento; Grupos 3: Incremento único com resina composta Bulkfill fotoativado por 40 segundos; Grupo 4: após o processo de "resin coating", será aguardado um período de 5 minutos (DWT), para posterior inserção de incrementos de 1mm com a resina composta convencional (Grandioso, VOCO Alemanha) e fotoativados por 40 segundos, a cada incremento. Grupos 5: após o processo de "resin coating", será aguardado um período de 5 minutos (DWT), para posterior incremento único com a resina composta Bulkfill (Viscalor, VOCO, Alemanha) e fotoativado por 40 segundos. Todas as etapas serão fotopolimerizadas com um

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 5.663.753

fotopolimerizador de LED a uma intensidade de 1200 mW/cm<sup>2</sup>, por 40 segundos. Após 24 h de armazenamento a 37°C em água, as amostras serão seccionadas com um disco diamantado, em uma máquina de corte de precisão. Com os cortes, serão obtidos "palitos" com uma área de seção transversal de 1 mm<sup>2</sup> (0,9x0,9 ±0,1) os quais serão submetidos ao teste de resistência de união por microtração. Os palitos serão examinados em um estereomicroscópio para excluir aqueles com falhas. Inicialmente, metade dos palitos obtidos de cada dente serão montados em um dispositivo de microtração com uma cola de cianoacrilato e o teste de microtração será realizado em uma máquina de ensaios universal (Emic DL 200, EMIC, Brasil) a uma velocidade de 0,5 mm/min até a falha. A área da seção transversal no local da falha será medida com aproximação de 0,01 mm com um paquímetro digital, a partir do qual o valor de resistência adesiva por microtração será calculado e expresso em MPa. Após o término da pesquisa, o descarte dos dentes será feito de acordo com os procedimentos operacionais padrão da instituição.

#### Metodologia de Análise de Dados:

Os dados serão analisados por ANOVA de um fator e teste de Bonferroni com nível de significância de 95%. Os modos de falhas serão avaliados com aumento de 30X com o microscópio estereoscópico e classificados como adesivas, coesivas na resina composta, dentina, fibra, resina fluida ou falha mista.

#### Desfecho Primário:

Tensão de contração em Mpa após restauração com resina composta.

Tamanho da Amostra no Brasil: 60

Cronograma: Seleção dos dentes e obtenção dos materiais a partir de 01/11/2022.

#### Objetivo da Pesquisa:

##### Objetivo Primário:

Avaliar o efeito da técnica restauradora na tensão de contração de restaurações adesivas à dentina em cavidades classe I.

##### Objetivo Secundário:

Avaliar o efeito da técnica restauradora na tensão de contração de restaurações adesivas à dentina em cavidades classe I após 6 meses.

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Aclandópolis

UF: AM

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com



UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
AMAZONAS - UFAM



Continuação do Parecer: 5.663.753

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

##### **Riscos:**

Os dentes a serem utilizados na pesquisa serão obtidos no Biobanco da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Amazonas, podendo haver quebra de confidencialidade do doador do elemento dentário. Todos os cuidados serão tomados, juntamente aos responsáveis pelo Biobanco, para que estes dentes estejam devidamente codificados, para que as identidades dos doadores sejam preservadas.

##### **Benefícios:**

Com os resultados da pesquisa, novas técnicas restauradoras serão propostas com a finalidade de melhorar a adesão e reduzindo a possibilidade de eventos de sensibilidade pós-operatória e fraturas dentárias.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Trata-se de uma segunda submissão

Desenho do Estudo: Intervenção/Experimental

#### **Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Propõe dispensa do TCLE?

Sim

##### **Justificativa:**

O projeto propõe dispensa de TCLE tendo como justificativa o fato dos dentes humanos utilizados na pesquisa serão obtidos no Biobanco da FAO- UFAM, com termo de anuência devidamente assinado e anexado ao projeto.

Folha de rosto: documento "Folhaassinada.pdf" anexada em 05/08/2022 14:08:31, assinada eletronicamente por Emilio Carlos Sponchiado Junior, coordenador do PPGO/UFAM

Termo de anuência: documento "Termodeanuencia.pdf" anexado em 08/08/2022 12:23:36. Assinado por Flávia Cohen Carneiro Pontes, Coordenadora do Biobanco de Dentes Humanos – FAO-UFAM

#### **Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Em primeira submissão o projeto apresentou a seguinte pendência:

**Endereço:** Rua Tenente, 4950

**Bairro:** Adrianópolis

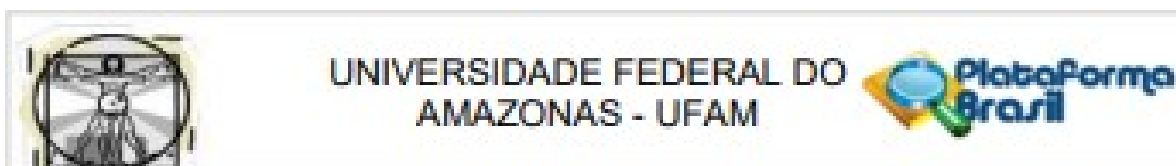
**CEP:** 69.057-070

**UF:** AM

**Município:** MANAUS

**Telefone:** (92)3305-1181

**E-mail:** cap.ufam@gmail.com



Continuação do Parecer: 5.993.753

"O cronograma necessita adequação."

A pesquisadora corrigiu o cronograma

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1993587.pdf	06/09/2022 12:41:41		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	BrochuraProjeto.docx	06/09/2022 12:41:22	YAMILLE DE LIMA SOUZA	Aceito
Outros	Termodeanuencia.pdf	08/08/2022 12:23:35	YAMILLE DE LIMA SOUZA	Aceito
Folha de Rosto	Folhaassinada.pdf	05/08/2022 14:08:31	YAMILLE DE LIMA SOUZA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MANAUS, 26 de Setembro de 2022

Assinado por:

**Eliana Maria Pereira da Fonseca**  
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Teixeira, 4950

Bairro: Adrianópolis

UF: AM

Município: MANAUS

CEP: 69.057-070

Telefone: (02)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com