

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**Resistência à Flexão e Microdureza:
Resinas Compostas Bulk-Fill vs Resinas Compostas
Universais**

Bruno Dinis Rocha Machado

Orientadores:

Professor Doutor Alexandre Josué Costa Cabelreira da Silva Cavalheiro

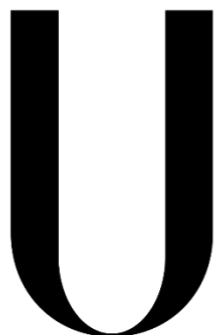
Professora Doutora Joana Margarida Marques da Silva Cruz

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2025

Universidade de Lisboa
Faculdade de Medicina Dentária



LISBOA

UNIVERSIDADE
DE LISBOA

**Resistência à Flexão e Microdureza:
Resinas Compostas Bulk-Fill vs Resinas Compostas
Universais**

Bruno Dinis Rocha Machado

Orientadores:

Professor Doutor Alexandre Josué Costa Cabeleira da Silva Cavalheiro

Professora Doutora Joana Margarida Marques da Silva Cruz

Dissertação

Mestrado Integrado em Medicina Dentária

2025

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor Alexandre Cavalheiro, e à minha co-orientadora Prof.^a Doutora Joana Cruz, agradeço por toda a disponibilidade, ajuda e motivação na realização desta tese.

À Praxe e ao espírito académico, espero que nunca morra e que continue a dar alento, amizade e companhia a quem por momentos se sentiu mais sozinho.

À Palatuna, um grupo de irmãos que fica para a vida, só tenho a agradecer por todas as vivências e histórias, mas mais importante pelo companheirismo gigante e amizade que existe dentro de nós.

Aos meus amigos, pelo apoio e por lá estarem sempre que precisei.

Aos meus colegas por todos os momentos de convívio, almoços e companhia nestes anos incríveis.

À Ana e ao Jonas pela nossa pequena família na Calçada do Tojal e pela vossa enorme ajuda nestes 5 anos.

Ao Fábio, à Cátia e à Babuxa por sempre acreditarem que seríamos capazes.

Ao Manuel e ao Rosário pelo nosso trio maravilha, por serem a ajuda e companhia sempre, mas mais especialmente em tempos difíceis e noites longas de estudo naquela mítica sala de Direito.

A ti minha Inês, meu amor, por estares ao meu lado todos os dias, obrigado por seres o meu pilar nesta caminhada, juntos vamos conquistar o mundo.

A vocês Mãe, Pai, Miki e Dani que sem vocês nada disto seria possível. São a razão do meu empenho e o exemplo de esforço e dedicação.

RESUMO

Objetivo: Comparar as propriedades mecânicas de duas resinas compostas SimpliShade Bulk-Fill e SimpliShade Universal da marca Kerr através da avaliação da microdureza de superfície e da resistência à flexão.

Materiais e Métodos: Foram preparados 20 espécimes, sob a forma de palito ($n = 10$ por grupo), com a dimensão $2 \times 2 \times 25$ mm, segundo a norma ISO 4049. As amostras foram submetidas a dois ensaios mecânicos: teste de microdureza de Vickers (carga de 980,7mN durante 15 s) e teste de resistência à flexão em três pontos (velocidade média de 0,5 mm/min até à fratura do espécime), utilizando uma máquina de teste universal. Os dados foram analisados estatisticamente através do teste t para amostras independentes ($p > 0,05$) e cálculo do tamanho do efeito (Cohen's d).

Resultados: A resina composta Bulk-Fill apresentou uma microdureza significativamente superior ($55,95 \pm 3,13$ HV) em comparação com a resina composta Universal ($47,65 \pm 2,36$ HV), com $p < 0,001$. O tamanho do efeito foi elevado (Cohen's d = 2,77), indicando uma magnitude considerável da diferença entre os grupos. Relativamente à resistência à flexão, a média do grupo Universal foi ligeiramente superior ($165,16 \pm 19,77$ MPa) à do grupo Bulk-Fill ($154,78 \pm 21,61$ MPa), mas esta diferença não foi estatisticamente significativa ($p = 0,277$). O tamanho do efeito foi moderado (Cohen's d = 0,50).

Conclusão: A resina Bulk-Fill demonstrou uma microdureza superior, sugerindo maior resistência ao desgaste. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na resistência à flexão, o que indica um comportamento mecânico comparável entre os dois materiais. Os resultados obtidos estão parcialmente de acordo com estudos prévios e indicam que ambos os compósitos podem ser clinicamente viáveis. Estudos futuros devem incluir amostras maiores, envelhecimento artificial e avaliação de propriedades adicionais.

Palavras-chave: resinas compostas, resina composta Bulk-Fill, resina composta Universal, microdureza, resistência à flexão.

ABSTRACT

Aim: To compare the mechanical properties of two resin composites, SimpliShade Bulk-Fill and SimpliShade Universal from Kerr, through the evaluation of surface microhardness and flexural strength.

Materials and Methods: Twenty stick-shaped specimens ($n = 10$ per group), measuring $2 \times 2 \times 25$ mm, were prepared according to ISO 4049. The samples were subjected to two mechanical tests: the Vickers microhardness test (980.7 mN load for 15 seconds) and the three-point flexural strength test (crosshead speed of 0.5 mm/min until specimen fracture), performed using a universal testing machine. The data were analyzed statistically using independent sample t-tests ($p > 0.05$), and the effect size was calculated using Cohen's d .

Results: The Bulk-Fill resin composite exhibited significantly higher microhardness (55.95 ± 3.13 HV) compared to the Universal resin composite (47.65 ± 2.36 HV), with a p -value < 0.001 . The effect size was large (Cohen's $d = 2.77$), indicating a substantial difference between the groups. In terms of flexural strength, the Universal group showed a slightly higher mean value (165.16 ± 19.77 MPa) than the Bulk-Fill group (154.78 ± 21.61 MPa), but this difference was not statistically significant ($p = 0.277$). The effect size was moderate (Cohen's $d = 0.50$).

Conclusion: The Bulk-Fill resin demonstrated superior microhardness, suggesting greater resistance to surface wear. No statistically significant differences were observed in flexural strength, indicating a comparable mechanical performance between the two materials. The results are partially consistent with previous studies and support the potential clinical use of both composites. Future studies should include larger sample sizes, artificial aging protocols, and the assessment of additional biomechanical properties.

Key-words: resin composites, Bulk-Fill composite, Universal composite, microhardness, flexural strength.

ÍNDICE

| | |
|-------------------------------------------------------|-------------|
| AGRADECIMENTOS | iii |
| RESUMO | v |
| ABSTRACT | vi |
| ÍNDICE | vii |
| ÍNDICE DE TABELAS | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS | x |
| ABREVIATURAS | xi |
| INTRODUÇÃO | 2 |
| 1. Resinas compostas..... | 2 |
| 2. Polimerização | 3 |
| 3. Classificação dos compósitos à base de resina..... | 4 |
| 3.1. Resinas compostas <i>Bulk-Fill</i> | 5 |
| 3.2. Resinas Compostas Universais | 6 |
| 4. Resistência à flexão | 6 |
| 5. Microdureza de superfície | 7 |
| OBJETIVOS | 8 |
| MATERIAIS E MÉTODOS | 9 |
| RESULTADOS | 12 |
| 1. Microdureza Vickers | 12 |
| 2. Resistência à Flexão | 13 |
| DISCUSSÃO | 16 |
| CONCLUSÃO | 22 |
| REFERÊNCIAS | 23 |
| ANEXOS | 27 |

ÍNDICE DE TABELAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1: Valores do teste de Vickers | 9 |
| Tabela 2: Testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk no teste da Microdureza | 9 |
| Tabela 3: Teste de Levene para igualdade de variâncias e teste t para igualdade de médias no teste de Microdureza | 10 |
| Tabela 4: Valores do teste de Resistência à Flexão | 10 |
| Tabela 5: Testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk no teste de Resistência à Flexão | 11 |
| Tabela 6: Teste de Levene para igualdade de variâncias e teste-t para igualdade de médias no teste de Resistência à Flexão | 11 |
| Tabela 7: Tabela da norma ISO 4049 com os valores de Resistência à Flexão | 13 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfico 1: Valores do teste de Vickers | 10 |
| Gráfico 2: Valores do teste de Resistência à Flexão | 12 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| Figura 1: Ilustração da evolução da formulação das resinas compostas, tamanho médio das partículas de carga, inclusão de partículas pré-polimerizadas e incorporação de nanopartículas | 3 |
| Figura 2: Teste de Microdureza de Vickers (Struers Duramin, Denmark) | 8 |
| Figura 3: Máquina de teste universal (4500, Instron, Grove City, PA, EUA) | 8 |

ABREVIATURAS

Bis-GMA – Bisfenol A-Glicidil Metacrilato

TEGDMA – Trietilenoglicol Dimetacrilato

UDMA – Uretano Dimetacrilato

SiC – Carbetto de Silício

Unidades de medida:

µm – Micrómetro

ml – Mililitros

mm – Milímetros

mm/min – Milímetros por minuto

mN – Milímetro/Newton

MPa - Megapascais

nm – Nanómetros

Símbolos:

°C – Graus Celsius

n – Tamanho da amostra

p – Significância estatística

INTRODUÇÃO

1. Resinas compostas

A cárie dentária constitui a patologia oral de maior prevalência, resultante de um processo infeccioso de origem bacteriana que conduz à destruição progressiva dos tecidos mineralizados do dente. O protocolo terapêutico preconiza a remoção do tecido cariado, seguida da reabilitação da estrutura perdida através da aplicação de um material restaurador dentário adequado. [1]

Inicialmente, o uso clínico de resinas compostas estava restrito ao setor anterior, devido à sua estética superior, enquanto, nas zonas posteriores, a amálgama dentária permanecia como o material de eleição. [2] Atualmente, as resinas compostas são utilizadas como material de eleição, graças às suas boas propriedades mecânicas, forças de adesão e propriedades estéticas. [3] Estes materiais partilham uma composição comum, uma vez que são todos constituídos por uma matriz polimérica orgânica, partículas de carga inorgânicas (de vidro, quartzo, sílica), um agente de ligação, como o silano, para promover a adesão entre as partículas de carga e a matriz polimérica, e ainda, componentes responsáveis pela iniciação ou modulação da reação de polimerização. [4, 5]

Desde a sua criação por Bowen, no início da década de 1960, o monómero Bisfenol A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) tem sido amplamente reconhecido como o principal componente orgânico utilizado nas formulações de resinas compostas dentárias. [6, 7] A introdução deste monómero resultou numa diminuição da contração de polimerização, devido ao seu elevado peso molecular, e numa melhoria das propriedades mecânicas, devido à formação de ligações cruzadas durante a polimerização. [6] O monómero Bis-GMA caracteriza-se por uma elevada viscosidade, o que dificulta a sua manipulação direta, pelo que são frequentemente adicionados monómeros diluentes, de menor peso molecular, como o Trietilenoglicol Dimetacrilato (TEGDMA) e o Uretano dimetacrilato (UDMA). [6, 8]

Ao longo dos anos, também uma ampla variedade de cargas inorgânicas, como o quartzo, a sílica coloidal e o vidro de sílica, foram incorporadas nas formulações das resinas compostas, oferecendo uma melhoria das propriedades mecânicas, uma

diminuição da contração de polimerização e a redução do coeficiente de expansão térmica da matriz polimérica. [4, 5]

Graças às melhorias contínuas nas propriedades das resinas compostas e nas técnicas adesivas ao longo das últimas décadas, estes materiais são atualmente indicados tanto para restaurações anteriores, como posteriores, sendo cada vez mais utilizados para restaurar cavidades largas e profundas. [2, 9]

2. Polimerização

Nas restaurações em resina composta são necessários vários incrementos finos de material, até 2 mm por camada, não só devido à limitação de profundidade de polimerização [2, 10], como também para tentar reduzir a reação de contração de polimerização [11]. No entanto, a estratificação e a necessidade de realizar incrementos finos fazem com que todo o processo seja mais demorado. Como consequência, as marcas comerciais de material dentário tendem a adaptar os seus materiais às exigências de tempo e facilidades técnicas que podem oferecer ao médico dentista consumidor, reduzindo, desta forma, o tempo de polimerização e/ou a possibilidade de utilizar camadas mais espessas de resinas compostas. [10, 11]

A reação de polimerização inicia-se pela formação de radicais livres durante a fotoativação, os quais promovem a conversão de ligações duplas de carbono em ligações simples entre o radical e o grupo metacrilato do monómero. [12] Este processo dá origem a uma reação em cadeia, onde os monómeros se ligam progressivamente até que dois radicais se encontrem, cessando a reação. [12] A eficácia desta transformação, medida pelo grau de conversão, é determinante para as propriedades físicas e químicas da resina composta polimerizada. [12]

A contração de polimerização das resinas compostas gera tensões durante a fotopolimerização, resultantes da sua adesão às paredes cavitárias. Além disso, fatores como o módulo de elasticidade, adesão à dentina, fator C e o tamanho e conformidade da cavidade influenciam significativamente a tensão gerada, podendo causar falhas adesivas, microfissuras ou deflexões cuspídeas. [13-15] O fator C, ou *configuration factor*, é definido como a razão entre a área de superfícies aderidas e a área de superfícies não aderidas de uma cavidade restaurada com resina composta, sendo determinante para o desenvolvimento de tensões internas durante a polimerização. [16] As estratégias de

minimização da contração de polimerização passam pelo uso de *liners*, técnicas incrementais e métodos de fotopolimerização alternativos. [14, 15]

3. Classificação dos compósitos à base de resina

Nas últimas décadas, a evolução das resinas compostas passou essencialmente por alterações da dimensão e distribuição das partículas de carga. Por esse motivo, a classificação mais comumente adotada na literatura científica atual baseia-se no tamanho das partículas de carga. [5, 17]

As primeiras resinas compostas, denominadas *macrofill*, apresentavam partículas de grande dimensão (10 - 50 μm), o que contribuía para a rugosidade da restauração devido a uma maior dificuldade aquando do polimento. [18, 19] Face a isto, os fabricantes criaram as *microfill*, que continham partículas muito menores, na ordem dos nanómetros (40 - 50 nm), concebidas para melhorar a estética. [5] Para aumentar a proporção de carga, foram incorporadas partículas pré-polimerizadas, no entanto, os pequenos incrementos de resina composta apresentavam uma elevada área de superfície, o que dificultava esta incorporação em quantidades superiores. Consequentemente, esta estratégia revelou-se insuficiente para assegurar as propriedades mecânicas desejadas. [19]

Assim, as resinas compostas híbridas, como as micro-híbridas, surgiram com o intuito de combinar a resistência ao desgaste das macroparticuladas com a facilidade de acabamento das microparticuladas. [5] Mais recentemente, as nanoparticuladas surgiram com partículas exclusivamente nanométricas, promovendo uma estrutura mais homogénea e com melhor desempenho estético e mecânico. [5] A figura 1 exemplifica a evolução das resinas compostas e o tamanho das partículas de carga. [20]

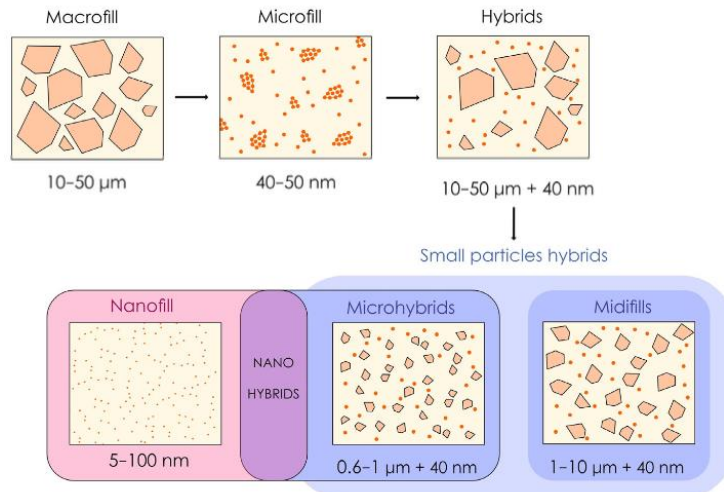


Fig. 1 – Ilustração da evolução da formulação das resinas compostas, tamanho médio das partículas de carga, inclusão de partículas pré-polimerizadas e incorporação de nanopartículas. [20]

3.1. Resinas compostas *Bulk-Fill*

As resinas compostas do tipo bulk-fill destacam-se por apresentarem menor contração durante a polimerização e maior sensibilidade à luz de polimerização do que a maioria das resinas compostas tradicionais. Esta performance superior está relacionada, principalmente, com a sua elevada translucidez, característica que permite uma melhor penetração da luz e, conseqüentemente, uma polimerização mais profunda. [21, 22]

A elevada capacidade de transmissão luminosa destas resinas faz com que seja possível a colocação de incrementos de 4-5mm de espessura de resina composta bulk-fill, facilitando o manuseamento da resina composta e diminuindo o tempo clínico. Devido às suas diferentes aplicabilidades clínicas, as resinas compostas bulk-fill podem ser classificadas em bulk-fill base ou bulk-fill full-body. [22]

Os bulk-fill base apresentam uma menor viscosidade, permitindo a sua utilização e adaptação em cavidades mais profundas. No entanto, o seu baixo teor de carga resulta numa menor resistência ao desgaste, sendo assim necessário uma camada superficial de resina composta convencional (técnica bulk-fill de dois passos). [23]

Por outro lado, as resinas compostas bulk-fill full-body têm uma percentagem maior de partículas de carga inorgânica, o que faz com que apresentem uma maior viscosidade e resistência ao desgaste. Sendo assim, estes podem ser utilizados como material restaurador em toda a cavidade, dispensando a aplicação de uma resina composta convencional superficialmente (técnica bulk-fill de um passo). [1, 24]

3.2. Resinas Compostas Universais

Com o intuito de acelerar o tempo clínico, surgiram as resinas compostas universais. Estes materiais podem ser utilizados tanto em restaurações anteriores como posteriores, pois oferecem uma combinação satisfatória de estética e resistência mecânica. [25]

O principal objetivo destas resinas compostas é facilitar o médico dentista na escolha da cor adequada, evitando a demorada correspondência e mistura entre materiais com cores e translucidez diferentes, um processo que, além de demorado, exige elevada destreza técnica. [26] Para resolver esse problema, estas resinas compostas foram desenvolvidas com uma tonalidade mais ampla, designada cor universal, capaz de se adaptar a várias tonalidades dentárias através do chamado “efeito camaleão”. Esse efeito permite que a cor da resina composta se misture e se adapte à estrutura dentária remanescente, graças à sua translucidez e à forma como reflete a luz. Algumas marcas fornecem várias tonalidades dentro da categoria de resinas compostas universais para uma melhor adequação estética, dividindo-se por intensidades e não por escalas de cor, o que acaba por levar a uma redução da quantidade de opções de escolha de cor. Deste modo, as resinas compostas universais vieram simplificar significativamente todo o processo clínico, sem comprometer os resultados estéticos esperados. [27-29]

4. Resistência à flexão

A resistência à flexão corresponde à quantidade de carga que um material consegue suportar até à falha, quando submetido a uma força de flexão. Nas restaurações em resina composta a resistência à flexão é um fator importante no que diz respeito à resistência da restauração à deformação ou rutura devido a cargas oclusais, bem como à manutenção da margem e do seu selamento. [30] O teste de flexão em três pontos, conforme definido pela norma ISO 4049, é amplamente utilizado para determinar a resistência à flexão de resinas compostas, sendo assim um método padronizado e reprodutível para realização da avaliação mecânica. [31]

5. Microdureza de superfície

A microdureza de superfície de um material pode ser definida como a capacidade de resistência que as estruturas sólidas têm à penetração ou à indentação permanente. Em materiais em que esta microdureza de superfície é baixa, existe uma maior suscetibilidade à rugosidade, o que poderá comprometer a resistência da mesma e provocar uma falha no material restaurador. [32] Um dos testes mais comuns para avaliar a microdureza é o teste de superfície Vickers. [21] O teste de microdureza Vickers foi escolhido por ser amplamente aceite na avaliação de resinas compostas, permitindo a aplicação de cargas ajustáveis e a sua execução sobre uma área reduzida, o que o torna adequado para materiais com diferentes níveis de dureza. Além disso, este teste oferece uma correlação válida com propriedades mecânicas relevantes, como o módulo de elasticidade. [33, 34]

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo consistiu na comparação dos valores de microdureza e resistência à flexão das resinas compostas SimpliShade – Bulk-fill da marca Kerr e SimpliShade – Universal Composite da marca Kerr.

Para este objetivo foram formuladas as seguintes hipóteses experimentais:

H_{1.0}: Não existem diferenças estatisticamente significativas nos valores de microdureza entre a resina composta SimpliShade – Bulk-fill da marca Kerr e a resina composta SimpliShade – Universal Composite da marca Kerr.

H_{1.1}: Existem diferenças estatisticamente significativas nos valores de microdureza entre a resina composta SimpliShade – Bulk-fill da marca Kerr e a resina composta SimpliShade – Universal Composite da marca Kerr.

H_{2.0}: Não existem diferenças estatisticamente significativas nos valores de resistência à flexão entre a resina composta SimpliShade – Bulk-fill da marca Kerr e a resina composta SimpliShade – Universal Composite da marca Kerr.

H_{2.1}: Existem diferenças estatisticamente significativas nos valores de resistência à flexão entre a resina composta SimpliShade – Bulk-fill da marca Kerr e a resina composta SimpliShade – Universal Composite da marca Kerr.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho experimental foram selecionadas duas resinas compostas:

Grupo 1: SimpliShade™ Bulk Fill (Kerr, Orange, CA, EUA; lote: A171776; validade: 2026-03-01)

Grupo 2: SimpliShade™ Universal Composite (Kerr, Orange, CA, EUA; lote: 10149841; validade: 2025-07-06)

1. Foram preparados 20 espécimes, sob a forma de palito (10 palitos de cada uma das resinas compostas), segundo as normas ISO 4049 (ISO2000) com a dimensão $2 \times 2 \times 25$ mm, recorrendo a uma matriz personalizada.
2. A resina composta foi inserida na matriz personalizada com a seringa e fotopolimerizada (Elipar S10 (3M ESPE Neuss, Alemanha)), durante 40 segundos.
3. Os espécimes foram polidos com recurso a discos de papel abrasivo de carbetto de silício (SiC), de grão 600 (Ultra-Prep, Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, EUA).
4. Após execução do polimento, as medidas dos palitos foram confirmadas com recurso a uma craveira eletrónica (Fisherbrand Caliper, Fisher Scientific SAS, Illkirch, France).
5. Os espécimes foram imersos em 20mL de água destilada, em compartimentos devidamente selados e identificados. Foram colocados numa estufa seca à temperatura de 37°C durante, pelo menos, 24 horas, procurando simular as condições da cavidade oral.

Análise da Microdureza com o teste de Vickers

Foram realizadas três indentações em cada superfície respeitando a mesma ordem e a distância entre elas, com recurso a um Struers Duramin calibrado (Figura 2). Utilizou-se um tempo de penetração de 15 segundos e uma carga de 980,7 mN.

Para cada superfície, foi calculada a média das três medições, por forma a obter um valor único de microdureza Vickers (HV).

O ratio de microdureza para cada espécime foi calculado de acordo com a fórmula:

Ratio de microdureza = HV da base / HV do topo. [35]



Fig. 2 – Teste de Microdureza de Vickers (Struers Duramin, Denmark)

Avaliação da Resistência à Flexão

O teste de resistência à flexão em 3 pontos foi realizado numa máquina de teste universal (4500, Instron, Grove City, PA, EUA) (Figura 3), utilizando uma velocidade média de 0,5 mm/min, até à fratura do espécime.



Fig. 3 – Máquina de teste universal (4500, Instron, Grove City, PA, EUA)

RESULTADOS

1. Microdureza Vickers

Na análise da microdureza Vickers, o grupo Bulk-fill apresentou uma média de microdureza de $55,95 \pm 3,13$, enquanto o grupo Universal obteve uma média inferior, de $47,65 \pm 2,36$ (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores do teste de Vickers

| Vickers | n | Média | Desvio Padrão |
|-----------|----|---------|---------------|
| Bulk-Fill | 10 | 55.9450 | 3.12557 |
| Universal | 10 | 47.6490 | 2.36485 |

Para verificação prévia da distribuição da normalidade, foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk, sendo que a normalidade foi confirmada para ambos os grupos ($p > 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 – Testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk no teste da Microdureza

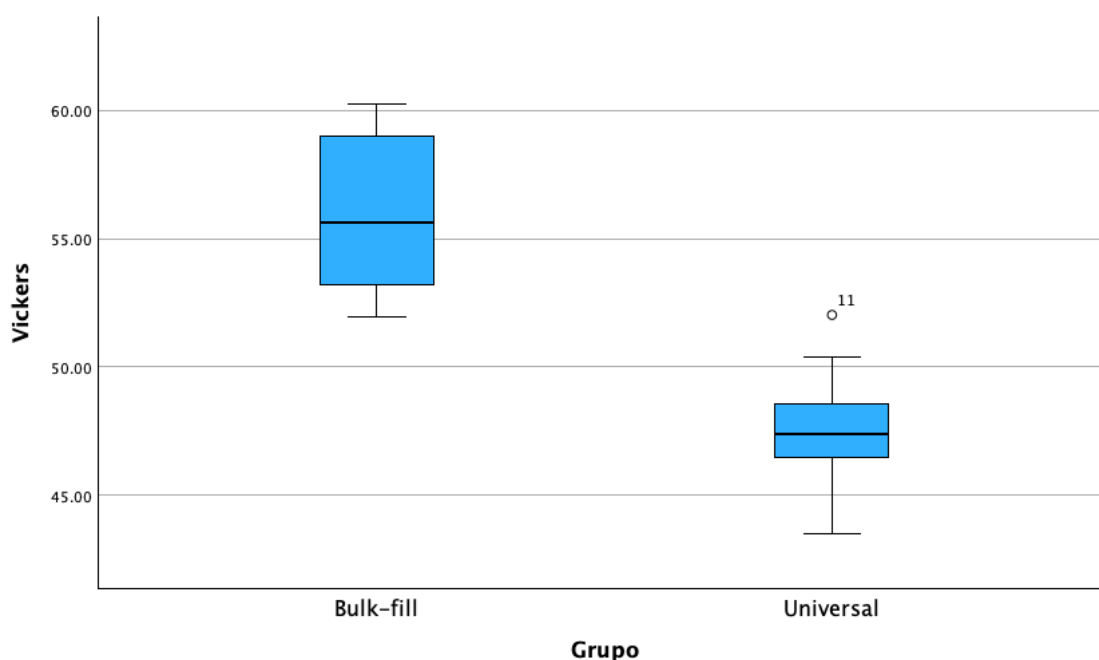
| Grupo | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------|---------------------------------|----|---------------|--------------|----|---------------|
| | Estatística | Df | Significância | Estatística | Df | Significância |
| Bulk-fill | 0.134 | 10 | 0.200 | 0.922 | 10 | 0.370 |
| Universal | 0.147 | 10 | 0.200 | 0.972 | 10 | 0.906 |

Por forma a avaliar a homogeneidade de variâncias, foram utilizados o teste de Levene e o teste t, sendo que a homogeneidade de variâncias foi assumida (Sig. = 0,154). O teste t revelou uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos ($p < 0,001$) (Tabela 3 e Gráfico 1). O tamanho do efeito foi elevado, com Cohen's $d = 2,77$, indicando uma magnitude considerável da diferença entre os grupos.

Tabela 3 – Teste de Levene para igualdade de variâncias e teste t para igualdade de médias no teste de Microdureza

| | Teste de Levene | | Teste-t | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|---------|--------|--------------------------|-------------|
| | F | Significância | t | df | Significance One-Sided p | Two-Sided p |
| Igualdade de variâncias assumidas | 2.210 | 0.154 | 6.693 | 18 | <0.001 | <0.001 |
| Igualdade de variâncias não assumidas | - | - | 6.693 | 16.761 | <0.001 | <0.001 |

Gráfico 1 – Valores do teste de Vickers



2. Resistência à Flexão

Relativamente à resistência à flexão, o grupo Universal apresentou uma média de $165,16 \pm 19,77$ MPa, enquanto o grupo Bulk-fill obteve uma média de $154,78 \pm 21,61$ MPa (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores do teste de Resistência à Flexão

| Resistência à Flexão | n | Média | Desvio Padrão |
|----------------------|----|----------|---------------|
| Bulk-Fill | 10 | 154.7800 | 21.60709 |
| Universal | 10 | 165.1600 | 19.77328 |

Para verificação prévia da distribuição da normalidade, foram utilizados os testes de Kolmogorov-Smirnov e de Shapiro-Wilk, sendo que a normalidade foi confirmada para ambos os grupos ($p > 0,05$) (Tabela 5).

Tabela 5 – Testes de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk no teste de Resistência à Flexão

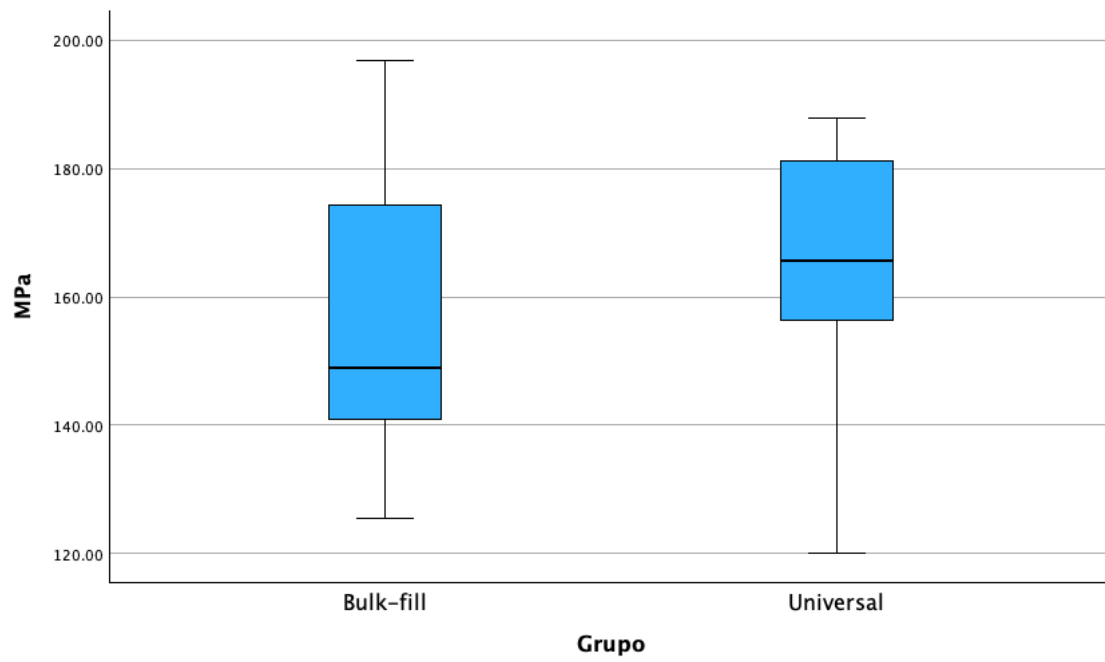
| Grupo | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
|-----------|---------------------------------|----|---------------|--------------|----|---------------|
| | Estatística | Df | Significância | Estatística | Df | Significância |
| Bulk-fill | 0.231 | 10 | 0.139 | 0.915 | 10 | 0.319 |
| Universal | 0.181 | 10 | 0.200 | 0.888 | 10 | 0.162 |

Por forma a avaliar a homogeneidade de variâncias, foram utilizados o teste de Levene e o teste t, sendo que a homogeneidade de variâncias foi assumida (Sig = 0,593). No entanto, o teste t para amostras independentes não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos ($p = 0,277$) (Tabela 6 e Gráfico 2). O tamanho do efeito estimado foi Cohen's $d = -0,50$, o que representa um efeito de magnitude moderada, mas sem significância estatística, o que pode estar relacionado com a variação intra-grupo observada.

Tabela 6 – Teste de Levene para igualdade de variâncias e teste-t para igualdade de médias no teste de Resistência à Flexão

| | Teste de Levene | | Teste-t | | | |
|---------------------------------------|-----------------|---------------|---------|--------|--------------------------|-------------|
| | F | Significância | t | df | Significance One-Sided p | Two-Sided p |
| Igualdade de variâncias assumidas | 0.296 | 0.593 | -1.121 | 18 | 0.139 | 0.277 |
| Igualdade de variâncias não assumidas | - | - | -1.121 | 17.860 | 0.139 | 0.277 |

Gráfico 2 – Valores do teste de Resistência à Flexão



DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo primordial a comparação de dois sistemas de resina composta da família SimpliShade (Kerr): Grupo 1 – SimpliShade Bulk-Fill e Grupo 2 – SimpliShade Universal. A microdureza foi avaliada através do teste de Vickers (15 s, 980,7 mN), enquanto a resistência à flexão foi determinada pelo ensaio de três pontos a 0,5 mm/min.

Os resultados mostraram que a resina composta Bulk-Fill apresentou maior microdureza média ($55,95 \pm 3,13$ HV) do que a resina composta Universal ($47,65 \pm 2,36$ HV), com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Quanto à resistência à flexão, a resina composta Universal obteve média superior ($165,16 \pm 19,77$ MPa) em comparação à Bulk-Fill ($154,78 \pm 21,61$ MPa), embora sem significância estatística. Estes dados demonstram um comportamento mecânico divergente entre as resinas, sugerindo que, embora a resina composta Bulk-Fill tenha uma capacidade de polimerização mais profunda, isso não se traduz necessariamente em maior resistência mecânica.

Estes resultados alinham-se parcialmente com os dados da literatura. Arbildo-Vega et al. (2020)[1], numa meta-análise sobre resinas compostas Bulk-Fill, demonstrou que esses materiais, apesar de apresentarem propriedades físicas adequadas para uso clínico, tendem a exibir menor resistência mecânica comparativamente às resinas compostas convencionais. Este achado é coerente com a observação de menor resistência à flexão do SimpliShade Bulk-Fill ($154,78 \pm 21,61$ MPa), ainda que este tenha superado o valor mínimo exigido pela norma ISO 4049. [36] Esta norma refere que os materiais que tenham como objetivo serem utilizados nas faces oclusais dos dentes deverão ter uma resistência à flexão igual ou superior a 80 MPa.

Tabela 7 – Tabela da norma ISO 4049 [36] com os valores de Resistência à Flexão

| Restorative materials | | Flexural strength MPa minimum |
|----------------------------------------|------------------|----------------------------------|
| Type 1 | Class 1 | 80 |
| | Class 2, Group 1 | 80 |
| | Class 2, Group 2 | 100 |
| | Class 3 | 80 |
| Type 2 (including luting materials) | Class 1 | 50 |
| | Class 2, Group 1 | 50 |
| | Class 3 | 50 |

A elevada microdureza observada na resina composta Bulk-Fill também pode ser explicada pela presença de monómeros de alta reatividade e à melhoria do processo de seleção, modificação e distribuição das partículas de carga, conforme discutido por Alrahlah (2018)[3], que identificou uma forte correlação entre a proporção de carga, o tipo de monómero e os valores de microdureza em resinas compostas restauradoras bioativas. O desempenho superior da resina SimpliShade Bulk-Fill neste parâmetro indica que a sua composição apresenta boas propriedades mecânicas.

Em contrapartida, a resina composta Universal apresentou melhor desempenho na resistência à flexão, no entanto, estatisticamente irrelevante, o que pode estar associado a uma formulação mais equilibrada em termos de módulo de elasticidade e distribuição de cargas.

Os resultados obtidos neste estudo revelaram que a resina composta Bulk-Fill apresentou uma microdureza significativamente superior à resina composta Universal, o que contrasta com os dados reportados por Ilie et al. (2022) [37]. Nesse estudo, descreveram que as resinas compostas universais visam atingir um compromisso entre estética e resistência, oferecendo valores de resistência à flexão estáveis para aplicação em diferentes zonas da cavidade oral. Observaram também que a sua microestrutura bem organizada e a proporção ajustada de partículas de carga contribuem significativamente para a manutenção da resistência mecânica, mesmo após simulações de envelhecimento. Os autores destacam que estes materiais foram desenvolvidos com o objetivo de simplificar os procedimentos restauradores, mas sem comprometer os critérios biomecânicos fundamentais, como a resistência à flexão. Além disso, compararam a resinas compostas Bulk-Fill com resinas compostas Universais e observaram que os universais tendem a apresentar valores superiores de dureza superficial, resultado atribuído à sua microestrutura mais densa e à maior proporção de carga inorgânica. No entanto, no presente trabalho, os valores de microdureza mais elevados registrados no grupo Bulk-fill poderão estar relacionados com características particulares da formulação do material testado, nomeadamente a incorporação de fotoiniciadores mais eficazes e uma distribuição otimizada das partículas de carga. Quanto à resistência à flexão, os dados

obtidos demonstraram a inexistência de diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos analisados, o que está de acordo com os resultados de Ilie et al. (2022) [37], que identificaram desempenhos semelhantes entre Bulk-Fill e Universais em termos de resistência à flexão. Este paralelismo sugere que, apesar das diferenças estruturais entre as resinas compostas testadas, ambas oferecem um comportamento mecânico comparável sob carga, especialmente quando corretamente polimerizadas e aplicadas dentro dos limites de espessura recomendados pelos fabricantes.

Desta forma, a análise dos resultados obtidos permitiu rejeitar a hipótese nula $H_{1.0}$, que postulava a inexistência de diferenças estatisticamente significativas na microdureza entre as resinas compostas testadas. Os dados revelaram uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,001$) entre o grupo Bulk-Fill e o grupo Universal, com o primeiro a apresentar valores médios de microdureza superiores. Este resultado valida a hipótese alternativa $H_{1.1}$ e confirma que, no contexto do presente estudo, o tipo de resina composta influencia significativamente a dureza superficial, tal como sugerido na literatura. [3, 5, 21] Este achado está em consonância com os objetivos inicialmente definidos, permitindo concluir que a composição química e a carga inorgânica presente na resina composta Bulk-Fill testado confere-lhe uma maior resistência à penetração, o que poderá refletir um desempenho clínico mais favorável em termos de resistência ao desgaste e longevidade restauradora.

Por outro lado, relativamente à resistência à flexão, os dados não evidenciaram diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos experimentais ($p = 0,277$), o que implicou a não rejeição da hipótese nula $H_{2.0}$. Embora a resina composta Universal tenha apresentado uma média superior neste parâmetro, essa diferença não foi estatisticamente relevante, inviabilizando a confirmação da hipótese alternativa $H_{2.1}$. Este resultado sugere que, apesar das variações na estrutura e composição entre os dois materiais, ambos apresentam um desempenho mecânico semelhante no que respeita à resistência à flexão, pelo menos nas condições experimentais adotadas. Apesar da diferença não ter atingido significância estatística no teste t ($t(18) = -1,121$, $p = 0,277$), o cálculo do tamanho do efeito revelou um Cohen's $d = 0,50$, indicando uma magnitude de efeito moderada. Este resultado sugere que, embora os dados não permitam rejeitar a hipótese nula com base no nível de significância adotado, a diferença observada entre os

materiais pode ter relevância prática, justificando investigação adicional com amostras maiores ou em condições clínicas mais próximas da realidade.

Uma das limitações mais relevantes deste estudo prende-se com o tamanho reduzido da amostra, composto por apenas 10 espécimes por grupo experimental, o que perfaz uma amostra total de 20 espécimes. Esta dimensão da amostra, embora suficiente para realizar testes estatísticos com significância no parâmetro da microdureza, pode não ter oferecido potência estatística adequada para detetar diferenças moderadas ou subtis na avaliação da resistência à flexão. A variabilidade inerente aos materiais restauradores, associada à variabilidade biológica dos substratos dentários reabilitados, pode exigir amostras mais amplas para garantir uma representatividade mais fiel dos resultados, bem como, para minimizar o risco de viés, como os falsos negativos. Para além disso, a ausência de procedimentos de envelhecimento artificial constitui uma limitação metodológica relevante. Não foram aplicados ciclos térmicos (termociclagem) nem imersões prolongadas em soluções simuladoras de saliva ou pH ácido, o que impede a extrapolação dos dados obtidos para cenários clínicos reais, onde as restaurações estão continuamente sujeitas a variações térmicas, stress mecânico cíclico e ambientes quimicamente agressivos. Adicionalmente, importa referir que a análise mecânica realizada neste estudo se restringiu a dois parâmetros: microdureza Vickers e resistência à flexão. Embora estes dados forneçam uma base útil para a compreensão do comportamento inicial das resinas compostas testadas, existem outras propriedades mecânicas e físicas igualmente relevantes que não foram avaliadas e que poderiam complementar a interpretação dos resultados. Entre estas propriedades destacam-se o módulo de elasticidade, que oferece informação sobre a rigidez estrutural do material, a resistência ao desgaste, que condiciona diretamente a longevidade clínica da restauração em regiões funcionais, e ainda a resistência à fadiga, que avalia a capacidade do material em suportar cargas cíclicas ao longo do tempo. A ausência destas avaliações impede uma caracterização mais abrangente das resinas compostas testadas e limita a inferência direta sobre o seu comportamento em condições clínicas complexas e de longa duração.

Face às limitações identificadas, sugere-se que investigações futuras incluam um número de amostra mais alargado, de forma a aumentar a validade estatística dos resultados e a garantir uma maior generalização das conclusões obtidas. Uma maior

dimensão da amostra permitiria não só a detecção de diferenças mais subtis entre as resinas compostas testadas, como também a aplicação de métodos estatísticos mais avançados, como análises de variância multifatoriais, ajustadas a covariáveis clínicas relevantes. Além disso, será essencial a incorporação de protocolos de envelhecimento acelerado, tais como ciclos térmicos, simulações de carga mastigatória cíclica, e exposição a soluções ácidas, com o intuito de mimetizar as condições do meio oral ao longo do tempo e avaliar a estabilidade dimensional e estrutural dos materiais restauradores.

Adicionalmente, recomenda-se que investigações futuras incluam a avaliação de propriedades complementares, nomeadamente o módulo de elasticidade, a resistência ao desgaste superficial, e a resistência à fadiga mecânica, permitindo uma caracterização mais completa e clinicamente relevante dos materiais. Estes dados forneceriam uma base mais sólida para a escolha da resina composta ideal consoante a localização e função da restauração. Adicionalmente, e talvez mais importante do ponto de vista clínico, torna-se imperativo o desenvolvimento de ensaios clínicos randomizados com seguimento longitudinal, que permitam validar, em contexto *in vivo*, os dados obtidos *in vitro* e correlacionar as propriedades físico-mecânicas com a performance clínica real ao longo de vários anos. Só com esta abordagem integrada será possível oferecer ao clínico recomendações baseadas em evidência sólida para a seleção criteriosa de materiais restauradores em função da sua composição e da sua aplicabilidade clínica.

Outra limitação metodológica que importa destacar prende-se com o facto de que o estudo efetuado relaciona-se com a profundidade da amostra analisada. Os espécimes utilizados tinham dimensões de apenas $2 \times 2 \times 25$ mm, o que não permite avaliar adequadamente a performance das resinas compostas Bulk-Fill em profundidades maiores. Na prática clínica, estes materiais são frequentemente aplicados em incrementos únicos de 4 a 5 mm, sendo essa uma das principais promessas do seu desenvolvimento. No entanto, diversos estudos demonstram que, embora a superfície e as camadas mais superficiais possam apresentar microdureza e grau de conversão satisfatórios, as propriedades mecânicas podem decrescer significativamente nas zonas mais profundas, especialmente em condições adversas de polimerização. Segundo Leprince et al. (2012) [10], a eficiência da polimerização em profundidade depende diretamente da composição da matriz e das partículas de carga, bem como da capacidade da resina composta

transmitir a luz incidente. Estes autores verificaram que, em resinas compostas Bulk-Fill, a microdureza e o grau de conversão diminuem significativamente com o aumento da profundidade, sobretudo além dos 4 mm.

Complementarmente, Van Ende et al. (2017) [22] refere que nem todas as resinas compostas Bulk-Fill disponíveis no mercado garantem uma polimerização completa a 4 – 5 mm, sendo essa eficácia dependente da translucidez do material, do tipo de fotoiniciador incorporado e da potência da luz utilizada. Este ponto foi reforçado por Ilie e Stark (2014)[38], que, num estudo laboratorial comparativo, observaram uma diminuição significativa da microdureza em profundidade em diversas resinas compostas Bulk-Fill de alta viscosidade, mesmo com protocolos de fotoativação adequados. Assim, ao trabalhar com amostras de menor espessura, como as utilizadas neste estudo (2 mm), os resultados obtidos podem sobrestimar o desempenho mecânico da resina, já que representam apenas o comportamento nas camadas mais superficiais, não permitindo inferir a eficácia da polimerização em profundidade, fator crítico para a longevidade clínica das restaurações realizadas com esta técnica.

CONCLUSÃO

Com base nos objetivos delineados no presente estudo e considerando as suas limitações metodológicas, podem ser retiradas as seguintes conclusões:

1. A hipótese nula $H_{1.0}$, que postulava a inexistência de diferenças na microdureza entre as resinas compostas testadas, foi rejeitada. Verificou-se uma diferença estatisticamente significativa entre os grupos, com a resina composta Bulk-Fill a apresentar valores de microdureza superiores à resina composta Universal. Este resultado valida a hipótese alternativa $H_{1.1}$.
2. A hipótese nula $H_{2.0}$, relativa à resistência à flexão, não foi rejeitada, uma vez que não se observou uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos analisados. Apesar de a resina composta Universal ter apresentado uma média ligeiramente superior neste parâmetro, a ausência de significância estatística indica que, em condições laboratoriais controladas, ambas as resinas apresentaram desempenho semelhante.

De forma geral, os resultados obtidos demonstram que a resina composta Bulk-Fill testada pode oferecer uma microdureza superior sem comprometer a resistência à flexão.

REFERÊNCIAS

1. Arbildo-Vega, H.I., et al., *Clinical Effectiveness of Bulk-Fill and Conventional Resin Composite Restorations: Systematic Review and Meta-Analysis*. *Polymers*, 2020. **12**(8): p. 1786.
2. Ferracane, J.L., *A Historical Perspective on Dental Composite Restorative Materials*. *J Funct Biomater*, 2024. **15**(7).
3. Alrahlah, A., *Diametral Tensile Strength, Flexural Strength, and Surface Microhardness of Bioactive Bulk Fill Restorative*. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 2018. **19**(1): p. 13-19.
4. Alothman, Y. and M.S. Bamasoud, *The Success of Dental Veneers According To Preparation Design and Material Type*. *Open Access Maced J Med Sci*, 2018. **6**(12): p. 2402-2408.
5. Ferracane, J.L., *Resin composite--state of the art*. *Dent Mater*, 2011. **27**(1): p. 29-38.
6. German, M.J., *Developments in resin-based composites*. *British Dental Journal*, 2022. **232**(9): p. 638-643.
7. Reda, S.A., Y.F. Hussein, and M. Riad, *The impact of Bis-GMA free and Bis-GMA containing resin composite as posterior restoration on marginal integrity: a randomized controlled clinical trial*. *BMC Oral Health*, 2023. **23**(1): p. 1022.
8. Brauer, G.M., *Properties of sealants containing bis-GMA and various diluents*. *J Dent Res*, 1978. **57**(4): p. 597-607.
9. Van Nieuwenhuysen, J.P., et al., *Long-term evaluation of extensive restorations in permanent teeth*. *J Dent*, 2003. **31**(6): p. 395-405.
10. Leprince, J.G., et al., *New insight into the "depth of cure" of dimethacrylate-based dental composites*. *Dental Materials*, 2012. **28**(5): p. 512-520.
11. Park, J., et al., *How should composite be layered to reduce shrinkage stress: Incremental or bulk filling?* *Dental Materials*, 2008. **24**(11): p. 1501-1505.
12. Pratap, B., et al., *Resin based restorative dental materials: characteristics and future perspectives*. *Jpn Dent Sci Rev*, 2019. **55**(1): p. 126-138.
13. Leprince, J.G., et al., *Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency*. *Dent Mater*, 2013. **29**(2): p. 139-56.

14. Meereis, C.T.W., et al., *Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: A systematic review and meta-analyses of composition strategies*. J Mech Behav Biomed Mater, 2018. **82**: p. 268-281.
15. Lee, C.H., J. Ferracane, and I.B. Lee, *Effect of pulse width modulation-controlled LED light on the polymerization of dental composites*. Dent Mater, 2018. **34**(12): p. 1836-1845.
16. Migliau, G., *Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type*. Annali di Stomatologia, 2017. **8**(1): p. 1.
17. Lutz, F. and R.W. Phillips, *A classification and evaluation of composite resin systems*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 1983. **50**(4): p. 480-488.
18. Strassler, H.E. and G. Bauman, *Current concepts in polishing composite resins*. Pract Periodontics Aesthet Dent, 1993. **5**(3 Suppl 1): p. 12-7.
19. Amaya-Pajares, S.P., et al., *Development and maintenance of surface gloss of dental composites after polishing and brushing: Review of the literature*. J Esthet Restor Dent, 2022. **34**(1): p. 15-41.
20. Francois, P., et al., *Proposal of a Modular Classification System for Direct Dental Resin Composites Based on Clinical Applications*. Polymers (Basel), 2025. **17**(5).
21. Leprince, J.G., et al., *Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites*. Journal of Dentistry, 2014. **42**(8): p. 993-1000.
22. Van Ende, A., et al., *Bulk-Fill Composites: A Review of the Current Literature*. J Adhes Dent, 2017. **19**(2): p. 95-109.
23. Baltacıoğlu, İ.H., et al., *Marginal adaptation of bulk-fill resin composites with different viscosities in class II restorations: a micro-CT evaluation*. BMC Oral Health, 2024. **24**(1).
24. Dahri, W.M., et al., *Mechanical and Biomimetic Characteristics of Bulk-Fill Resin Dental Composites Following Exposure in a Simulated Acidic Oral Environment*. Biomimetics (Basel), 2023. **8**(1).
25. Tepe, H., O. Celiksoz, and B.C. Yaman, *Evaluation of color stability in single-shade composite resins using spectrophotometer and cross-polarized mobile photography*. BMC Oral Health, 2025. **25**(1).

26. Ardu, S., et al., *Resin composite thickness' influence on L*a*b* coordinates and translucency*. Clinical Oral Investigations, 2019. **23**(4): p. 1583-1586.
27. Ismail, E.H. and R.D. Paravina, *Color adjustment potential of resin composites: Optical illusion or physical reality, a comprehensive overview*. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2022. **34**(1): p. 42-54.
28. Iyer, R.S., et al., *Color match using instrumental and visual methods for single, group, and multi-shade composite resins*. Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 2021. **33**(2): p. 394-400.
29. de Abreu, J.L.B., et al., *Analysis of the color matching of universal resin composites in anterior restorations*. J Esthet Restor Dent, 2021. **33**(2): p. 269-276.
30. Gregory, W.A., et al., *Physical properties and repair bond strength of direct and indirect composite resins*. The Journal of Prosthetic Dentistry, 1992. **68**(3): p. 406-411.
31. Chung, S.M., et al., *Flexural strength of dental composite restoratives: comparison of biaxial and three-point bending test*. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2004. **71**(2): p. 278-83.
32. Yap, A.U.J., M.L. Wong, and A.C.Y. Lim, *The effect of polishing systems on microleakage of tooth-coloured restoratives. Part 2: Composite and polyacid-modified composite resins*. Journal of Oral Rehabilitation, 2000. **27**(3): p. 205-210.
33. Domarecka, M., et al., *A Comparative Study of the Mechanical Properties of Selected Dental Composites with a Dual-Curing System with Light-Curing Composites*. Coatings, 2021. **11**(10): p. 1255.
34. Poggio, C., et al., *Evaluation of Vickers hardness and depth of cure of six composite resins photo-activated with different polymerization modes*. J Conserv Dent, 2012. **15**(3): p. 237-41.
35. Tuncer, S., et al., *The effect of a modeling resin and thermocycling on the surface hardness, roughness, and color of different resin composites*. J Esthet Restor Dent, 2013. **25**(6): p. 404-19.
36. ISO 4049:2019; Dentistry- Polymer-based Restorative Materials. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2019: p. 29.

37. Ilie, N., M. Moldovan, and A.C. Ionescu, *Microstructure and Mechanical Behavior of Modern Universal-Chromatic and Bulk-Fill Resin-Based Composites Developed to Simplify Dental Restorative Procedures*. *Journal of Functional Biomaterials*, 2022. **13**(4): p. 178.
38. Ilie, N. and K. Stark, *Curing behaviour of high-viscosity bulk-fill composites*. *Journal of Dentistry*, 2014. **42**(8): p. 977-985.

ANEXOS

Anexo 1 – Resina composta SimpliShade™ Bulk Fill
(Kerr, Orange, CA, EUA; lote: A171776; validade: 2026-03-01)



Anexo 2 – Resina composta SimpliShade™ Universal Composite
(Kerr, Orange, CA, EUA; lote: 10149841; validade: 2025-07-06)



Anexo 3 – Espátula de inserção



Anexo 4 – Matriz personalizada



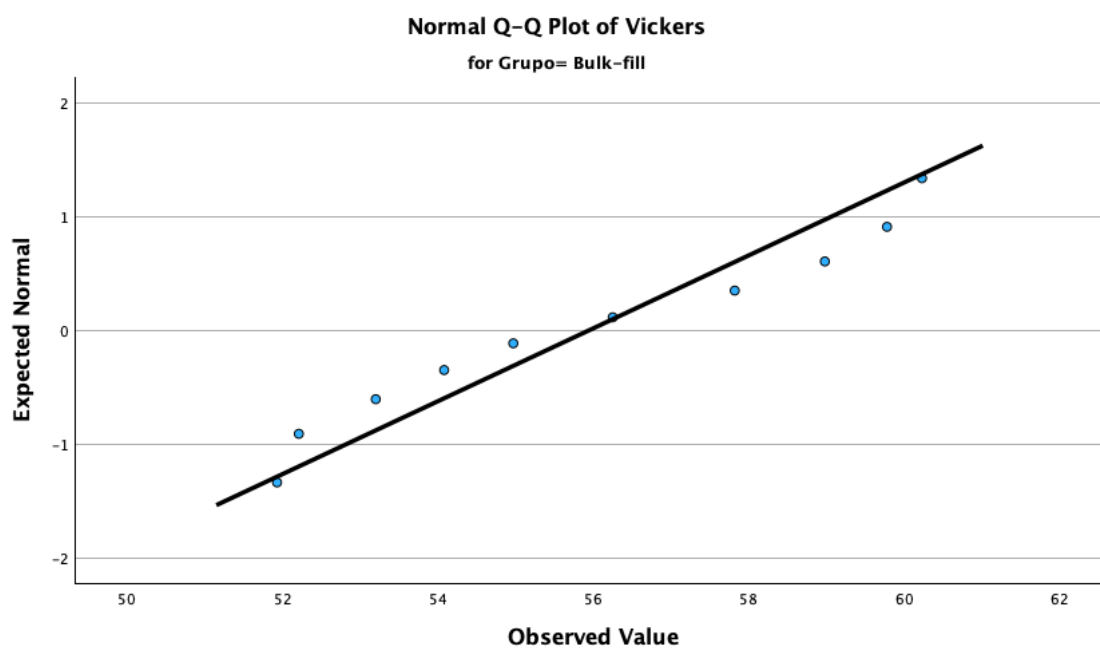
Anexo 5 – Elipar S10 (3M ESPE Neuss, Alemanha)



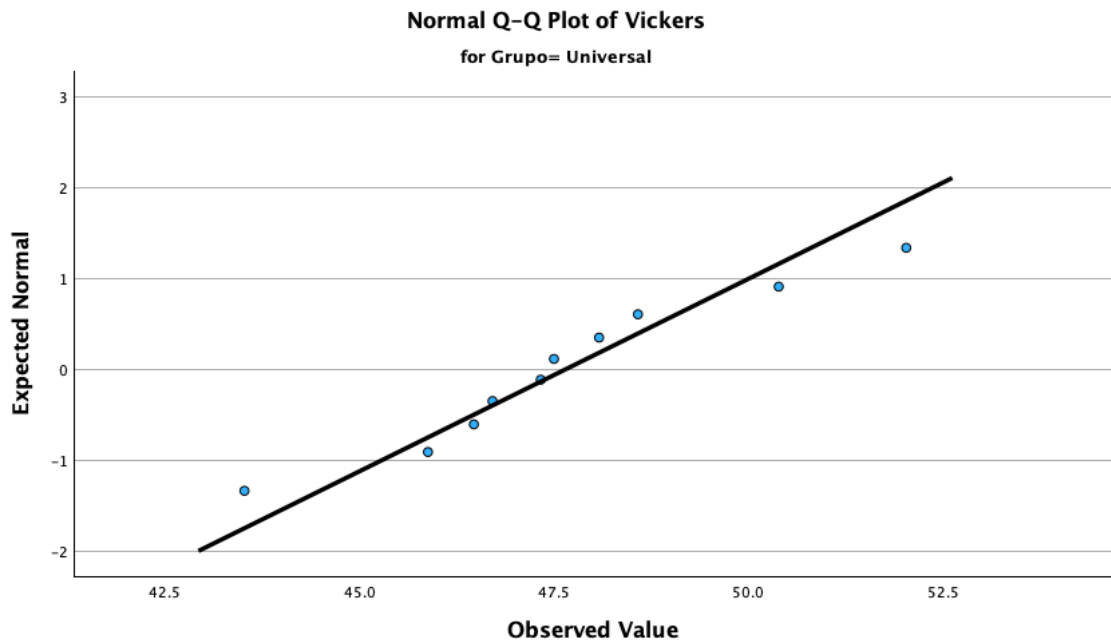
Anexo 6 – Dois espécimes com a dimensão $2 \times 2 \times 25$ mm



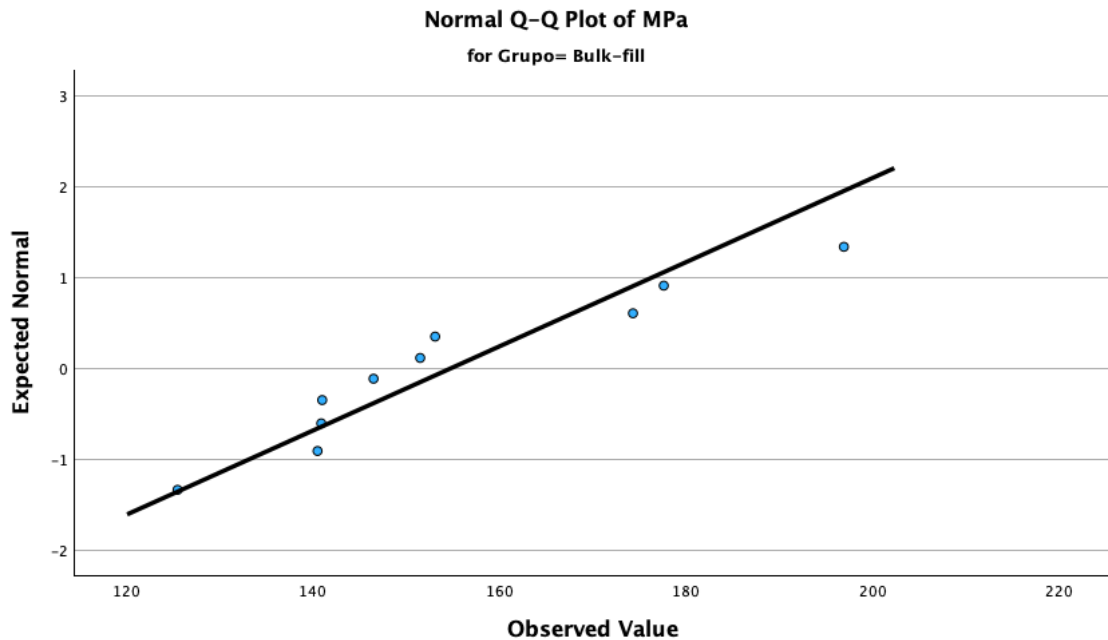
Anexo 7 – Gráfico do teste de normalidade para o grupo Bulk-Fill (Vickers)



Anexo 8 – Gráfico do teste de normalidade para o grupo Universal (Vickers)



Anexo 9 – Gráfico do teste de normalidade para o grupo Bulf-Fill (Resistência à Flexão)



Anexo 10 – Gráfico do teste de normalidade para o grupo Universal (Resistência à Flexão)

