

**UNIVERSIDADE SANTO AMARO**  
**Programa de Pós-graduação em Odontologia**

**Maria Aparecida Carvalho de Araújo**

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA DE COMPÓSITOS MONOCROMÁTICOS**

**São Paulo**

**2022**

**Maria Aparecida Carvalho de Araújo**

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA DE COMPÓSITOS MONOCROMÁTICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Angélica Castro Pimentel

**São Paulo**

**2022**

A69p Araújo, Maria Aparecida Carvalho de.

Propriedades físico-química de compósitos monocromáticos / Maria Aparecida Carvalho de Araújo. — São Paulo, 2022.

41 p.: il., color.

Dissertação (Mestrado em Odontologia) —  
Universidade Santo Amaro, 2022.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Me. Dr.<sup>a</sup> Angélica Castro Pimentel.

1. Resina composta. 2. Solubilidade. 3. Teste Mecânico. I. Pimentel, Angélica Castro, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

## PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICA DE COMPÓSITOS MONOCROMÁTICOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu da Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

São Paulo, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2022.

### Banca Examinadora

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Angélica Castro Pimentel

Instituição: UNISA

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Leticia Cristina Cideira Boaro

Instituição: UNISA

Julgamento: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Paulo Cosimato

Instituição: UNISA

Julgamento: \_\_\_\_\_

Conceito Final: \_\_\_\_\_

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a minha filha Maria Luiza pelo incentivo, ajuda e companheirismo, que muitas vezes não me deixou desistir. Você é o grande amor da minha vida. Dedico também a minha querida e saudosa mãe que estaria orgulhosa por mais uma conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

Quero em primeiro lugar, agradecer a Deus pela vida e saúde.

Agradeço a minha filha Maria Luiza e ao meu sobrinho Caio Arato pela ajuda e pela com meu trabalho e pelo carinho.

Agradeço a toda equipe de professores da UNISA a qual devo todo meu conhecimento, pois sinto me honrada por ser filha dessa instituição, em especial ao Prof. Dr. Wilson Roberto Sendyk.

Agradeço aos alunos da graduação ao qual fiz parte do estágio de cirurgia.

A docente Julia N. Roschel que se dedicou em ajudar com todos os experimentos laboratoriais tanto na UNISA como na USP, sempre com dedicação e muito carinho.

Agradeço a minha Profa. Dra. Angélica Castro Pimentel pela orientação do trabalho, a Profa. Dra. Leticia Boaro, a Profa. Dra. Flavia Goncalves pela aula esclarecedora sobre resina camaleão.

Quero agradecer a todos os funcionários dessa universidade pela prestatividade e dedicação.

Agradeço a CAPES (coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior), que durante um ano me proporcionou uma bolsa de estudos.

Agradeço também a todos os alunos da minha turma e todos os alunos que ainda ficaram.

Espero ter conseguido alcançar os objetivos que era de expectativa de todos meus mestres e coordenadores.

*Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível.*

*(Charles Chaplin)*

## RESUMO

**Introdução:** Os compósitos do tipo monocromáticos (MO) vem ganhando espaço no mercado devido a sua facilidade de seleção de cor, e possibilidade de se camuflar ao substrato dentário. A cada dia novos materiais são disponibilizados para o uso clínico, e poucos estudos se referem especificamente a estes materiais quanto as suas propriedades mecânicas. **Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência a flexão (RF) e o módulo de elasticidade (E) imediatamente após a fotopolimerização de dois compósitos MO (Charisma One e Vittra Unique) e dois compósitos convencionais (Charisma e Vittra). **Metodologia:** E e RF foram obtidos através do ensaio de flexão em três pontos (n=10) imediatamente após a fotopolimerização (18J/cm<sup>2</sup>). Os dados foram analisados utilizando o ANOVA de fator único/Tukey ( $\alpha=0,05$ ). **Resultados:** Os valores de RF variaram entre 173,1 e 230,6 MPa, para Vittra e Charisma One respectivamente. Os compósitos MO foram estatisticamente semelhantes ao compósito convencional da mesma marca. Os valores de E variaram entre 12,1 e 15,6 GPa, Vittra Unique e Charisma One respectivamente. Assim como para RF, os compósitos MO foram estatisticamente semelhantes ao compósito convencional da mesma marca. **Conclusão:** Dentro das limitações do estudo podemos concluir que os compósitos MO apresentam propriedades mecânicas semelhantes aos compósitos convencionais, com a vantagem em relação a seleção de cor e camuflagem do substrato dental.

**Palavras-chave:** resina composta; solubilidade; teste mecânico.

## ABSTRACT

Introduction: Monochromatic (OM) composites have been gaining ground in the market due to their ease of color selection, and the possibility of camouflaging themselves to the dental substrate. Every day new materials are made available for clinical use, and few studies specifically refer to these materials in terms of their mechanical properties. Objective: The aim of this study was to evaluate the flexural strength (FR) and modulus of elasticity (E) immediately after light curing of two MO composites (Charisma One and Vittra Unique) and two conventional composites (Charisma and Vittra). Methodology: E and RF were obtained through the three-point bending test (n=10) immediately after light curing (18J/cm<sup>2</sup>). Data were analyzed using one-way ANOVA/Tukey ( $\alpha=0.05$ ). Results: RF values varied between 173.1 and 230.6 MPa for Vittra and Charisma One respectively. The MO composites were statistically like the conventional composite of the same brand. E values varied between 12.1 and 15.6 GPa, Vittra Unique and Charisma One respectively. As for RF, the MO composites were statistically similar to the conventional composite of the same brand. Conclusion: Within the limitations of the study, we can conclude that MO composites have similar mechanical properties to conventional composites, with the advantage in relation to color selection and camouflage of the dental substrate.

**Key words:** composite resin; solubility; mechanical test.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de resinas compostas utilizadas no trabalho, fabricante e composição. ....	24
Tabela 2 - Média (desvio-padrão) para os dados de resistência à flexão (MPa) 24 e 48 horas após a fotoativação. A redução em porcentagem (%) da resistência à flexão foi calculada entre os dois períodos de armazenamento. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra apresentam semelhança estatística ( $p>0,05$ ). ....	28
Tabela 3 - Média (desvio-padrão) para os dados de módulo de elasticidade (GPa), 24 e 48 horas após a fotoativação. A redução em porcentagem (%) do módulo de elasticidade foi calculada entre os dois períodos de armazenamento. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra apresentam semelhança estatística ( $p>0,05$ ). ....	28
Tabela 4 - Média (desvio-padrão) para os dados de microdureza Knoop 24 e 48 horas após a fotoativação. A redução em porcentagem (%) da microdureza foi calculada entre os dois períodos de armazenamento. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula apresentam semelhança estatística ( $p>0,05$ ). ....	29
Tabela 5 - Média (desvio-padrão) para os dados de grau de conversão (%) avaliados 24 horas após a fotoativação. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. ....	29
Tabela 6 - Média (desvio-padrão) para os dados de sorção (mL/mm <sup>3</sup> ) e solubilidade (mL/mm <sup>3</sup> ). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos. ....	30

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Imagens ilustrativa das resinas utilizadas. (A) Vittra Unique. (B) Vittra. (C) Charisma Classic. (D) Charisma One. ....	24
Figura 2 - (A) Luz Guia. (B) Conjunto Matriz/Compósito posicionado para leitura. (C) Vista geral. ....	25
Figura 3 - Espectro obtido no FTIR. Em azul a curva do material não polimerizado, e em rosa do material polimerizado. A área correspondente ao pico $6165\text{ cm}^{-1}$ correspondente à ligação vinílica foi calculada antes e após a polimerização. ....	25
Figura 4 - (A) Matriz de aço. (B) Paquímetro. (C) Fotoativação.....	26
Figura 5 - (A) Balança analítica M2544. (B) Espécime na máquina de Instron 5565. (C) Máquina de Instron 5565 em operação.....	27

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>15</b>
2.1	Perda superficial do dente .....	15
2.2	As resinas compostas .....	16
2.3	Composição química das resinas compostas .....	17
2.4	Resinas compostas monocromáticas .....	18
2.5	Propriedades ópticas das resinas monocromáticas .....	20
2.6	Resistência flexural e módulo de elasticidade .....	21
<b>3</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	<b>23</b>
<b>4</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
4.1	Grau de conversão .....	24
4.2	Sorção e solubilidade .....	25
4.3	Propriedades mecânicas.....	26
4.4	Análise estatística.....	27
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, com o potencial camaleão significativo das resinas monocromáticas disponíveis no mercado, e com a possibilidade em dispender de menos recursos financeiros para a compra de outros materiais complementares, os fabricantes começaram a desenvolver compósitos com menos tons, trazendo vantagem ao cirurgião-dentista, que usará menores recursos financeiros (Paravina et al., 2006; Sanchez et al., 2019; Korkut e Türkmen, 2021), sem que com eles sejam perdidas as propriedades físicas das resinas convencionalmente utilizadas.

Com o intuito de reestabelecer a estética e função de um elemento que sofreu injúria, seja física, química ou biológica, as restaurações em resina composta são as mais comumente utilizadas na prática clínica dos cirurgiões-dentistas para a restauração direta ou indireta, uma vez que essas apresentam propriedades químicas e físicas similares aos tecidos perdidos e tonalidade semelhante ao elemento dental (Gwon et al., 2019; Lin et al., 2021). Para tanto, as diferentes resinas apresentam indicações para dentes anteriores e posteriores, cabendo ao profissional capacidade de escolha do melhor material selecionado de acordo com suas indicações e especificidades (Dionysopoulos e Gerasimidou, 2021).

Entre ditas propriedades, às relacionadas a resistência física merecem atenção particular, já que os hábitos e comportamentos dos pacientes contraindicam ou recomendam determinados compósitos. Ademais, a finalidade da restauração, a classe em que a injúria acometeu o elemento, bem como suas extensões são condições essenciais para a eleição do material de referência. Esclarece-se, ainda, que, além do reparo estético, a restituição da função por meio das restaurações de resina composta aumentam a qualidade de vida, visto que o sistema estomatognático se restabelece de forma a decorrer menor dano subsequente à articulação têmporo-mandibular (Elheeny e Abdelmotelb, 2022).

Considerando as performances clínicas, diferentes aspectos, como propriedade mecânica, dureza, resistência, desgaste abrasivo, rugosidade superficial, coloração e absorção de água, devem ser considerados (Alzaraikat et al., 2018). Dessa forma, de acordo com o tamanho, as resinas podem ser classificadas como macroparticuladas, microparticuladas, micro-híbridas e nanoparticuladas, cada qual com suas próprias características que as indicam

para situações clínicas específicas e determinam o sucesso do tratamento optado (Mulligan, Hatton e Martin, 2022).

Destaca-se, ainda, sobretudo as diversas aplicações de ditas resinas para elementos anteriores e posteriores, sejam eles decíduos ou permanentes. Ressalta-se que sua polimerização, processo pelo qual a resina se torna rígida após aplicação de uma luz alógena, é fonte de pesquisa dentro da odontologia, uma vez que as características químicas e físicas do material influenciam e definem, inclusive, suas aplicações. Como descrito anteriormente, diversos são os critérios a serem considerados ao definir a correta opção de material restaurador, uma vez que diversos estudos têm mostrado sua eficácia e eficiência em certos aspectos quando comparado a outros materiais (Worthington et al., 2021; Frencken, Liang e Zhang, 2021; Tonprasong et al., 2022).

Importante, e como conseguinte se faz esclarecer, que como qualquer outro material de origem não biológica os riscos de desenvolvimento de reações não desejadas, tal como infiltração e cárie secundária, são reais e permanecem como questões a serem aprimoradas dentro da prática clínica, seja através de uso de técnicas corretas de cimentação e limpeza da cavidade, ou através de pesquisas de tecnologias que adequem os compósitos presentes no mercado à efetividade positiva de seu uso ambulatorial (Cavalheiro et al., 2021; Kunz et al., 2022).

O objetivo desta pesquisa foi avaliar as propriedades físico-química, o grau de conversão, sorção, solubilidade, resistência à flexão, módulo de elasticidade, e a dureza dos compósitos resinosos comerciais monocromáticos comparadas aos convencionais.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Perda superficial do dente**

Estudos têm demonstrado que a cárie é a doença mais prevalente do mundo, sendo esse agravo o responsável pela perda de parte do elemento dental, em 15% dos adultos, ou perda severa, em 2% dos adultos analisados (Van't et al., 2009). A perda da superfície dentária, pode evoluir em ocorrência de desgaste químico, físico ou mecânico do esmalte à dentina, nas mais diversas superfícies dos elementos dentários anteriores e posteriores, sejam eles decíduos ou permanentes (Lodi et al., 2010).

Da forma que seja, tal perda irrecuperável do ponto de vista fisiológico e natural, é um grande arcabouço na dentística atual, apesar das diversas técnicas e materiais disponíveis para manutenção e restabelecimento funcional e anatômica dos elementos (Hurst, 2011), já que reações adversas e indesejadas podem ocorrer, como sensibilidade pós restauração, fraturas maiores e cárie secundária (Jespersen et al., 2014).

Entre o perfil epidemiológico em que se encontra determinadas perdas, a maior concentração se dá em idosos com idade acima dos 70 anos. Vale ainda apontar que pacientes em situação de vulnerabilidade econômica-social, bem como os que apresentam doenças degenerativas são os que mais sofrem com o agravo (Anil e Anand, 2017).

Apesar de muito presente e responsável pela maior parcela da perda da superfície dentária, outros agravos como fraturas, erosão dentária, hábitos parafuncionais, como bruxismo, e condição socioeconômica (Anil e Anand, 2017) podem ser fatores preditores e desencadeadores de alterações nos elementos rígidos da cavidade oral. Cada variável dessa anteriormente citada, apresenta-se como um desafio para a prática restauradora, já que a depender das características específicas do paciente, a indicação do material, técnica e manejo pós restauração, devem ser instaurados (Colombo e Paglia, 2018).

Um número grande de materiais pode ser indicado para a restauração do elemento perdido, sejam eles utilizados de forma direta, quando o procedimento é realizado dentro da boca do paciente, ou de forma indireta. Com a evolução da tecnologia e ciência que subsidia a tomada de decisão pelos clínicos, materiais como as resinas compostas são boas opções, já que apresentam características compatíveis com a biologia humana, como biocompatibilidade e

coloração semelhante ao elemento dental. Elucida-se, no entanto, que anteriormente, materiais como ouro, cerâmicas e amálgama, com características não tão favoráveis eram opções para terapia de perda dentária (Chisini et al., 2018).

A restauração de elementos dentários com perda superficial é basicamente problemática no sentido clínico do estado da arte, já que não se deve considerar apenas a longevidade do material escolhido para a terapêutica, mas também os efeitos desse na polpa do elemento dentário, que, a depender da característica física e química, pode reagir a ponte de deflagrar potencial de ação gerando dor ao paciente. Ainda de forma muito comum, pacientes que apresentam perdas severas das estruturas dentais necessitam de tratamentos complexos, incluindo a reabilitação com aumento da dimensão vertical da oclusão (Meyer, Bichir e Langford, 2021).

## 2.2 As resinas compostas

As resinas compostas são materiais versáteis que podem ser indicados para qualquer tipo de perda da superfície dental, seja por qualquer fator etiológico, em dentes anteriores e posteriores. Genericamente, suas indicações dependem em sua maioria das características do próprio material, bem como da extensão da lesão em que se pretende recuperar, mas amplamente utilizadas em qualquer situação clínica em que necessite do restabelecimento anatômico e funcional de parte do elemento perdido (Hurst, 2011).

Desde sua entrada e inserção no mercado odontológico, os materiais poliméricos, como resina compostas, vem sendo largamente utilizados na prática clínica, já que características essenciais como biocompatibilidade, fácil manuseio, custo moderado, quando comparado às cerâmicas, estética adequada e propriedades químico físicas são consideradas. Cabe esclarecer, que apesar do fácil manuseio atribuído às resinas, técnicas incrementais, de porções de até dois milímetros para obter uma adequada transmissão de forças espaciais e polimerização são indicadas, ainda mais ao se tratar de cavidades amplas com destruição de diversas paredes (Ilie e Hickle, 2011).

Como esclarecido, a busca por alternativas modernas e superação de algumas características desfavoráveis relacionadas às resinas, como tomada de tempo pela técnica incremental, vem sendo estudada à maneira de agilizar o

tratamento restaurador, e utilizar materiais mais modernos e tecnológicos que superem ditas desvantagens. Entre eles, cita-se as resinas do tipo Bulk-Fill, em que a polimerização pode ocorrer em incremento único de quatro a seis milímetros, simplificando a técnica e diminuindo o tempo despendido na prática. Entre as condições mais desfavoráveis que se incluem nos eventos adversos relacionados ao uso das resinas, as discrepâncias marginais, fraturas de cúspide, cárie secundária e sensibilidade pós restauração pode ser citadas, esclarecendo, portanto, que não apenas benefícios se encontram com o uso do material, mas que podem ser minimizados com a utilização da técnica correta e a indicação do uso assertivo do material selecionado (Barutcgil et al., 2018).

As restaurações do tipo direta baseadas em resinas compostas são opções terapêuticas principalmente indicadas para tratamento de condições estéticas de elementos dentários anteriores, já que se trata de uma opção minimamente invasiva e não invasiva. Tal indicação se faz cada vez mais presente, uma vez que a tecnologia envolvida na produção de novos produtos para uso odontológico, como as resinas compostas, estão cada vez mais sendo estudados (Korkut e Türkmen, 2021).

### 2.3 Composição química das resinas compostas

Quimicamente, todos os compósitos dentários apresentam matriz polimérica, usualmente dimetacrilato, um preenchimento de reforço, geralmente feito de vidro radiopaco, um agente de acoplamento de silano que é capaz de realizar a ligação do material com o enchimento da matriz, e substâncias químicas que promovem ou que modulem a reação da polimerização (Klapdohn e Moszner, 2005). Para tanto, e reiteradamente citado, o sistema BisGMA e TEGMA veio para apresentar uma capacidade em reduzir o estresse de polimerização, sem consequências negativas para o polímero em si (Cramer et al., 2011).

A composição básica das resinas compostas restauradoras não alterou desde 1970, com uma porção de partículas preenchedoras inorgânicas embebidas em uma matriz resinosa. Porém, inicialmente, desde que foi incluída nas pesquisas nos anos 60, a primeira geração dessas com resistência à fratura inadequada, bem como sua força mecânica insuficiente, não as indicavam para restauração de dentes posteriores. O baixo peso molecular de seus

componentes e a porção inorgânica com morfologias diferentes suspendiam seu uso em grandes cavidades (Opdam et al., 2014; Demarco et al., 2017).

Ainda como forma de superar as características negativas que impediam o uso primário em dentes posteriores, as pesquisas vêm evoluindo e dedicadas a aumentar o teor do suporte de carga e a resistência a compressão das resinas compostas para uso direto, já que forças oclusais intraorais as quais são submetidas durante a fisiologia da mastigação e fonação apresentam influência significativa na longevidade e desempenho das restaurações (Caplan et al., 2018).

As modificações químicas e a evolução tecnológica permitiram alterações dos tipos de preenchimento da resina composta, como diminuição da contração de polimerização, sistemas adesivos mais avançados específicos para esmalte e dentista, maior resistência mecânica com longevidade superior e melhora na qualidade estética (Bakti et al., 2018)

#### 2.4 Resinas compostas monocromáticas

As resinas monocromáticas são as que copiam a cor do substrato dental durante o processo de polimerização, alcançando um mimetismo perfeito graças as características de espelhamento cromático. Apesar de caracteristicamente citada com o termo “efeito camaleão”, autores tem indicado que o nome apropriado para definir a propriedade estética é efeito de mistura, ou no inglês, *Blending Effect*, ou especificamente, na ciência das cores: indução de cores, assimilação de cor, efeito de mistura de Von Bezold, ou até mesmo efeito de espalhamento de Von Bezold (Paravina et al., 2006).

Com o potencial de coloração camaleão significativo das resinas monocromáticas, e com a possibilidade em dispender de menos recursos financeiros para a compra de outros materiais, os fabricantes começaram a desenvolver compósitos com menos tons, trazendo vantagem ao cirurgião-dentista, que usará menores recursos físicos e financeiros (Paravina et al., 2006; Sanchez et al., 2019; Korkut e Türkmen, 2021).

A respeito das capacidades e vantagens das resinas compostas do tipo monocromáticas em relação às resinas do tipo convencional se relacionam às suas propriedades estéticas na capacidade de selecionar com precisão a cor e fluorescência, translucidez, brilho, valor, croma e matiz corretos e efeito

camaleão com a característica em se adaptar à coloração dos tecidos circunjacentes. A partícula responsável pelo efeito camaleão, tal qual responsável pela melhora de propriedades mecânicas e ópticas são recorrentemente citadas como preenchedores inorgânicos que contêm em seu substrato nanopartículas esféricas. Esclarece-se, que apesar de intensamente relatadas na literatura como potencial estético, algumas limitações em relação à cor da base dentinária e a espessura da camada de esmalte devem ser consideradas (Sanchez et al., 2019). O efeito camaleão, portanto, é uma propriedade estética que permite que o material restaurador utilizado, especificamente os do tipo monocromáticos, combine com a cor do seu entorno, diminuindo, inclusive as falhas estéticas, alcançando, 90% dessas, sucesso utilizando apenas uma única camada de cor (Bakti et al., 2018).

Um estudo *in vitro* realizado por Bakti e et al., 2018, buscou analisar o efeito camaleão de resinas nanoparticuladas em dentes acrílicos através de teste colorométrico por um espectrofotômetro em 0, 1 e 7 dias de restauração e imersão em água destilada, comparados ao grupo controle. As análises estatísticas bivariadas mostraram que as resinas do grupo testem exibiram características de efeito camaleão superiores ao grupo controle, indicando seu uso para elementos anteriores sem a perda da capacidade em se adequar à coloração dos tecidos que a circundam.

As resinas compostas do tipo monocromáticas, são evoluções tecnológicas na pesquisa odontológica, na qual partículas químicas produzem o chamado efeito camaleão, onde a cor do compósito se altera de acordo com a cor do ambiente ao redor. Tais resinas apresentam como indicações restaurações estéticas simples nas regiões anteriores ou posteriores das arcadas (Korkut e Türkmen, 2021).

Uma pesquisa realizada por Korkut e Türkmen, 2021, pelo período de avaliação de quatro anos, buscou avaliar a performance clínica de restaurações de resinas compostas monocromáticas e investiga as causas das falhas. Através de análise estatística e comparação entre resinas monocromáticas e resinas convencionais, concluiu-se que a longevidade é similar para ambos os compósitos, mas a performance de longo período foi superior e mais robusta para resinas do tipo monocromática, respeitando critérios de expectativa estética e funcional suficientes.

Ismail e Paravina, 2022, publicaram um estudo em que o objetivo era fornecer uma Overview sobre as interações das cores entre resina composta e seus arredores a fim de fornecer recomendações clínicas. Concluíram que diversos fatores influenciam diretamente no potencial de ajuste da cor das resinas, sendo diferenciados em três categorias: tipo de material, *design* da cavidade e o substrato que circunda a restauração, sendo que cada um desses fatores pode aumentar a combinação entre material restaurador e tecido dental. Quanto aos fatores relacionados ao tipo de material, o tamanho das partículas e a translucência da resina composta influencia diretamente na combinação e no maior efeito camaleão encontrado. Por outro lado, entre os fatores do *design* da cavidade, o tamanho e a profundidade, bem como o chanframento das margens dessa influenciam diretamente na capacidade de combinação das cores. Entre os fatores relacionados ao substrato que circunda a restauração, a idade do dente e a orientação dos prismas de esmalte são decisórios para a combinação estética entre tecido e compósito.

## 2.5 Propriedades ópticas das resinas monocromáticas

Um dos principais objetivos da odontologia estética restauradora, especificamente na área da dentística, é criar restaurações que complementem as propriedades ópticas, como cor, translucência, opalescência e fluorescência do dente natural, ofertando aparência orgânica e autêntica dos tecidos circunjacentes (Hatayama et al., 2020).

A propriedade de translucência e cor apresentam o maior efeito na aparência natural entre as características estéticas. Especificamente na característica de opacidade, os compósitos resinosos ofertam múltiplas delas, como dentina, corpo ou opaco e opacidade de esmalte ou translucente (Oivanen et al., 2021). Esclarece-se, portanto, que apesar de todas as propriedades ópticas citadas, o efeito camaleão das resinas compostas é diretamente influenciado pela variação da cor inicial e o tamanho da restauração.

Especificamente a translucência pode ser definida como o estado médio entre a opacidade e a transparência, permitindo que a luz passe pela estrutura, mas que disperse nela, formando um índice de refração que difere dos materiais propriamente transparentes. Tal característica se dá pelos componentes inorgânicos da fórmula, principalmente dos materiais que apresentam diversos

componentes, como é o caso das resinas compostas usadas para restaurações diretas (Oivanen et al., 2021).

## 2.6 Resistência flexural e módulo de elasticidade

O termo a que se refere, módulo de elasticidade, descreve a rigidez. Trata-se do princípio de quanto mais baixo for a deformação para um determinado valor de tensão, maior o valor do módulo de elasticidade. Dessa forma, a resistência flexural é a resistência máxima ao dobramento de um material antes da fratura (Sabbagh et al., 2002; Fares et al., 2005).

A resistência flexural, ou resistência à flexão, como é popularmente conhecida, é um fator mecânico com propriedades significativas para materiais frágeis, e embora não possa ser extrapolado para o comportamento clínico, alguns aspectos como distribuição das forças e estrutura do material restaurador devem ser considerados (Loughran et al., 2005).

Tal característica deve ser levada em consideração por se tratar de uma importante propriedade mecânica que influencia diretamente a longevidade das restaurações diretas com resina composta, sejam elas monocromáticas ou tradicionais, uma vez que suas influências definem a fratura do material utilizado para restaurar o elemento anteriormente perdido. A relevância desta capacidade se faz presente, sobretudo, no ato da mastigação, quando diferentes forças exercidas induzem variadas tensões, tanto no elemento quanto na restauração (Rodrigues Júnior et al., 2007).

Um estudo publicado por Rodrigues Júnior e et al., 2007, testou as resinas Supreme (3M/ESPE), Esthet-X (Dentsply), Z-250 (3M/ESPE), Charisma (Heraeus Kulzer), e Helió Fill (Vigodent) se a composição da carga das resinas compostas influencia sua resistência à flexão e o módulo de elasticidade. Após análises estatísticas dos grupos, uma correlação significativamente estatística determinou a relação entre carga e propriedade mecânica, concluindo que o tipo de resina e suas características interferem significativamente no módulo de elasticidade e resistência à flexão.

Chagas, 2016, publicou uma pesquisa em que avaliou as propriedades de resistência à flexão e o módulo de elasticidade de duas resinas compostas nanoparticuladas Filtek Bulk Fill e Filtek Z 350 XT. As resinas testadas não apresentaram diferenças significativas para a resistência flexural, porém houve

diferenças significativas para o módulo de elasticidade da resina composta Filtek Bulk Fill, que se apresentou maior que o da Z350 XT.

Ainda como forma de trazer maiores informações sobre a resistência flexural, Mendonça et al., 2021, publicaram em sua pesquisa que há diferença nas propriedades dos materiais testados de acordo com a profundidade da cavidade, bem como as características do material utilizado e a polimerização das porções mais internas, cabendo ao clínico considerar estratégias complementares para uma adequada polimerização em incrementos profundos.

### **3 OBJETIVO**

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o grau de conversão, sorção, solubilidade, resistência à flexão, módulo de elasticidade, e a dureza dos compósitos resinosos comerciais convencionais e monocromáticos, sendo que para a resistência à flexão, módulo de elasticidade e dureza, as propriedades foram avaliadas 24 horas após a fotoativação, e 48 horas após envelhecimento em álcool.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Figura 1 - Imagens ilustrativa das resinas utilizadas. (A) Vittra Unique. (B) Vittra. (C) Charisma Classic. (D) Charisma One.



Fonte: Dental Cremer, 2022.

Tabela 1 - Relação de resinas compostas utilizadas no trabalho, fabricante e composição.

Resina composta	Fabricante	Composição
Vittra Unique	FGM Dental Group®	Resina nanoparticulada com Tecnologia <i>Advanced Polymerization System</i>
Vittra	FGM Dental Group®	Resina nanoparticulada submicrométrica
Charisma Classic	Kulzer®	Resina micro-híbrida à base de Bis-GMA
Charisma One	Kulzer®	Resina nano-híbrida à base de Bis-GMA

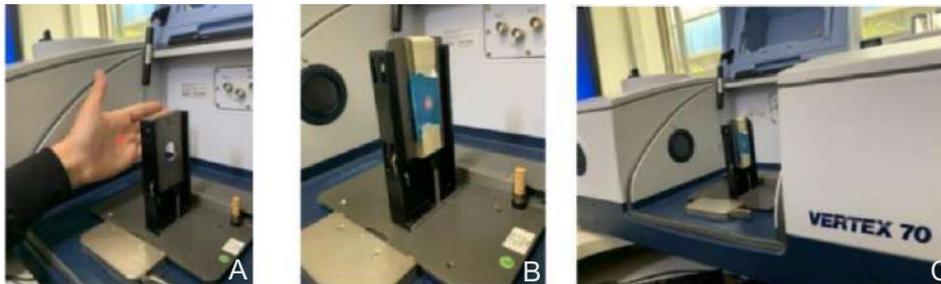
Fonte: o próprio autor.

### 4.1 Grau de conversão

O grau de conversão foi avaliado com o auxílio de um aparelho de espectroscopia de infravermelho com transformador de Fourier (Vertex 70®, BrukerOptik, Alemanha). Espécimes com 5 mm de diâmetro e 1 de altura, com 5 espécimes (n=5), com o intuito em diminuir variabilidade entre os grupos e verificar as diferenças, foram confeccionadas e as medições foram realizadas antes e 24 horas após a fotoativação, com 32 escaneamentos por análise com uma resolução de 6 cm<sup>-1</sup>. A fotoativação foi realizada com irradiância de 1200 mW/cm<sup>2</sup> por 25 segundos cada, utilizando um LED de alta potência (Radii Cal®, SDI, Melbourne, Victoria, Austrália). A conversão foi determinada pela variação da área de sob o pico de 6165 cm<sup>-1</sup> das resinas polimerizadas em relação ao material não polimerizado, segundo a fórmula:

$$1 - \left( \frac{\text{Polimerizado}}{\text{Não polimerizado}} \right) * 100$$

Figura 2 - (A) Luz Guia. (B) Conjunto Matriz/Compósito posicionado para leitura. (C) Vista geral.



Fonte: o próprio autor.

Figura 3 - Espectro obtido no FTIR. Em azul a curva do material não polimerizado, e em rosa do material polimerizado. A área correspondente ao pico 6165  $\text{cm}^{-1}$  correspondente à ligação vinílica foi calculada antes e após a polimerização.



Fonte: o próprio autor.

#### 4.2 Sorção e solubilidade

Espécimes cilíndricos com 15 mm de diâmetro e 1 mm de altura ( $n=5$ ) foram confeccionados utilizando-se de matriz de aço, seguindo a norma ISO 4049/2019. A fotoativação foi realizada com irradiância de  $1200 \text{ mW/cm}^2$  por 25 segundos cada, utilizando um LED de alta potência (Radii Cal®, SDI, Melbourne, Victoria, Austrália). De acordo com a ISO 4049/2019, os espécimes foram submetidos a uma dessecação em um dissecador a vácuo à  $37^\circ\text{C}$  por 14 dias. Os espécimes foram pesados em uma Balança Analítica M2544i 0,0001g (BEL Engineering®, Monza-Milão, Itália). para a obtenção de  $m_1$ . O diâmetro e a altura de cada espécime foram mensurados para o cálculo do volume.

Em seguida os espécimes foram imersos em água destilada a  $37^\circ\text{C}$ . Os espécimes foram levemente secos com papel absorvente, e novamente pesados para obtenção de  $m_2$ . Os espécimes foram então novamente dessecados como descrito anteriormente por 14 dias, e pesados para obtenção de  $m_3$ . A sorção e

a solubilidade foram calculadas para cada espécime de acordo com as seguintes fórmulas:

$$SR = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad SL = \frac{m_1 - m_3}{V}$$

Onde SR é a sorção, SL é a solubilidade,  $m_1$  é a massa obtida após a secagem inicial do espécime ( $\mu\text{g}$ ),  $m_2$  a massa após o período de imersão em água ( $\mu\text{g}$ ),  $m_3$  a massa final após a dessecação do espécime ( $\mu\text{g}$ ), e V é o volume de cada espécime ( $\text{mm}^3$ ). A pesquisa laboratorial foi realizada no Laboratório da Universidade de Santo Amaro e da Universidade de São Paulo (USP/SP).

Figura 4 - (A) Matriz de aço. (B) Paquímetro. (C) Fotoativação.



Fonte: o próprio autor.

#### 4.3 Propriedades mecânicas

Espécimes foram confeccionados nas dimensões de 10x2x1 mm (n=20), com uso de matriz de aço bipartida. Os espécimes foram fotoativados com 1200mW/cm<sup>2</sup> por 25 segundos utilizando um LED de alta potência (Radii Cal<sup>®</sup>, SDI, Melbourne, Victoria, Austrália). Após fotoativação, os espécimes foram armazenados à seco a 37°C por 24h. O teste de dobramento em três pontos foi realizado em máquina universal de ensaios (Instron 5565<sup>®</sup>), sendo a distância entre os apoios de 8mm. A medida de cada espécime foi tomada individualmente com o auxílio de um paquímetro digital. A carga registrada no momento da fratura e as dimensões do corpo de prova foram utilizadas para o cálculo da resistência a flexão, segundo a fórmula:

$$Rf = \frac{3 \times C \times L}{2 \times b \times h^2}$$

Onde  $R_f$  = resistência flexural (MPa);  $C$  = carga máxima (N);  $L$  = distância entre os apoios (mm);  $b$  = largura do corpo de prova (mm) e  $h$  = altura do corpo de prova (mm).

De acordo com o gráfico de carga vs. deslocamento obtido para cada corpo-de-prova, valores compreendidos na porção linear foram utilizados para o cálculo do módulo de elasticidade em flexão, segundo a fórmula:

$$M_f = \frac{C \times L^3}{4 \times b \times h^3 \times d} \times 10^{-3}$$

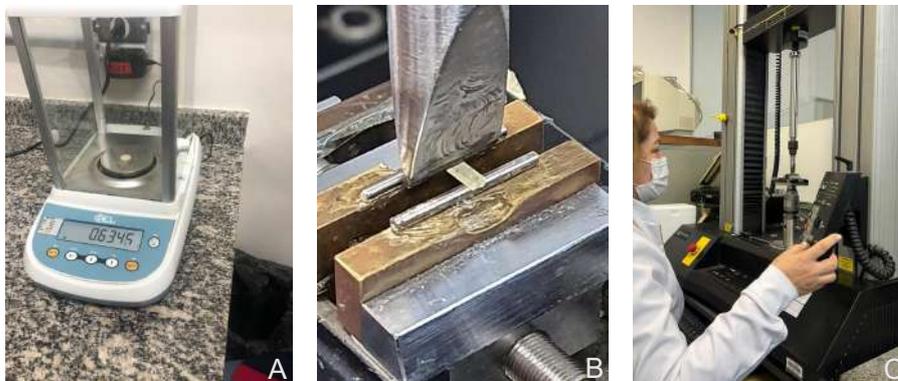
Onde  $M_f$  é o módulo de elasticidade em flexão (GPa),  $C$  é a carga registrada durante o regime elástico (N),  $L$  é a distância entre apoios (mm);  $b$  é a largura do corpo de prova (mm),  $h$  é a altura do corpo-de-prova (mm) e  $d$  é a deflexão correspondente à carga  $C$ .

Após o ensaio de flexão, três fragmentos de cada material foram coletados e a microdureza Knoop foi mensurada (Shimadzu Corp®, Tokyo, Japão). Foram analisadas 10 indentações em cada corpo-de-prova, aplicando uma carga de 25g por 30s.

#### 4.4 Análise estatística

Os dados de resistência a flexão, módulo de elasticidade (24h e 48h) e dureza foram analisados utilizando ANOVA de fator único (compósito) e teste de tukey para cada um dos períodos de avaliação. Os dados de grau de conversão, sorção e solubilidade foram avaliados com o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis. Em todos os testes o nível global de significância foi de 5%.

Figura 5 - (A) Balança analítica M2544. (B) Espécime na máquina de Instron 5565. (C) Máquina de Instron 5565 em operação.



Fonte: o próprio autor.

## 5 RESULTADOS

Os dados de resistência a flexão estão apresentados na tabela 2 abaixo. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra (maiúsculas ou minúscula) apresentam semelhança estatística em p valor maior que 0,05 ( $p > 0,05$ ). Portanto, esclarece-se, que não houve diferença significativa entre todos os compósitos após 48 horas de envelhecimento, e não houve diferença significativa em 24 horas entre os convencionais e monocromáticos da mesma marca comercial, porém houve uma maior redução da diferença entre 24-48 horas em 62% para o compósito Charisma.

Tabela 2 - Média (desvio-padrão) para os dados de resistência à flexão (MPa) 24 e 48 horas após a fotoativação. A redução em porcentagem (%) da resistência à flexão foi calculada entre os dois períodos de armazenamento. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra apresentam semelhança estatística ( $p > 0,05$ ).

Compósito	24 horas*	48 horas**	Redução 24-48
Vittra Unique	189,8 (37,8) ABa	90,1 (28,9) Ab	52
Vittra	173,1 (28,8) Ba	75,9 (17,4) Ab	56
Charisma One	230,6 (27,3) Aa	106,6 (4,7) Ab	53
Charisma	222,6 (48,2) Aa	84,1 (19,3) Ab	62

\*armazenamento por 24 horas a seco. \*\*armazenamento por 24 horas a seco, seguidos de 24 horas de armazenamento em álcool.

Os dados de módulo de elasticidade estão apresentados na tabela 3 abaixo. Sobre o módulo de elasticidade, não houve diferença significativa após 48 horas entre todos os compósitos, sendo a menor redução da diferença entre 24-48 horas em 55% do material Vittra.

Tabela 3 - Média (desvio-padrão) para os dados de módulo de elasticidade (GPa), 24 e 48 horas após a fotoativação. A redução em porcentagem (%) do módulo de elasticidade foi calculada entre os dois períodos de armazenamento. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra apresentam semelhança estatística ( $p > 0,05$ ).

Compósito	24 horas*	48 horas**	Redução 24-48
Vittra Unique	12,1 (2,5) Ba	4,1 (1,4) Ab	66
Vittra	12,4 (3,2) ABa	5,5 (0,8) Ab	55
Charisma One	15,6 (2,5) Aa	5,7 (1,5) Ab	63
Charisma	13,7 (2,8) ABa	4,2 (1,1) Ab	69

\*armazenamento por 24 horas a seco. \*\*armazenamento por 24 horas a seco, seguidos de 24 horas de armazenamento em álcool.

Os dados de microdureza Knoop estão apresentados na tabela 4. Para a microdureza de Knoop, houve diferença significativa apenas para o compósito Charisma, com redução de 51% na diferença de 24-48 horas.

Os dados de grau de conversão estão apresentados na tabela 5. Não houve diferença estatística entre os valores de grau de conversão para os compósitos avaliados.

Tabela 4 - Média (desvio-padrão) para os dados de microdureza Knoop 24 e 48 horas após a fotoativação. A redução em porcentagem (%) da microdureza foi calculada entre os dois períodos de armazenamento. Na mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra maiúscula apresentam semelhança estatística ( $p > 0,05$ ).

<b>Compósito</b>	<b>24 horas*</b>	<b>48 horas**</b>	<b>Redução 24-48</b>
Vittra Unique	25 (2) Ba	18 (4) Aa	28
Vittra	29 (2) Ba	26 (4) Aa	10
Charisma One	28 (5) Ba	17 (5) Aa	39
Charisma	35 (4) Aa	17 (2) Ab	51

\*armazenamento por 24 horas a seco. \*\*armazenamento por 24 horas a seco, seguidos de 24 horas de armazenamento em álcool.

Tabela 5 - Média (desvio-padrão) para os dados de grau de conversão (%) avaliados 24 horas após a fotoativação. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

<b>Compósito</b>	<b>24 horas</b>
Vittra Unique	67 (20)
Vittra	50 (31)
Charisma One	61 (28)
Charisma	30 (22)

Os dados de sorção e solubilidade estão apresentados na tabela 6. Não houve diferença estatística entre os grupos tanto para os dados de sorção, quanto para os dados de solubilidade. Para todos os compósitos os valores ficaram dentro do que a ISO 4049 considera como aceitável.

Tabela 6 - Média (desvio-padrão) para os dados de sorção (mL/mm<sup>3</sup>) e solubilidade (mL/mm<sup>3</sup>). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

<b>Compósito</b>	<b>Sorção</b>	<b>Solubilidade</b>
Vittra Unique	0,00080 (0,00294)	-0,00067 (0,00294)
Vittra	-0,00153 (0,00292)	0,00175 (0,00298)
Charisma One	0,000005 (0,000003)	0,000068 (0,000035)
Charisma	-0,000006 (0,000003)	0,00039 (0,00383)

Concluiu-se que todos os compósitos não apresentaram diferença estatística entre eles no grau de conversão em 24 horas, e os resultados para sorção e solubilidade demonstram a mesma característica, com valores aceitáveis dentro da ISO 4049.

Especialmente sobre a resistência à flexão (MPa), não houve diferença significativa entre todos os compósitos após 48 horas de envelhecimento, e não houve diferença significativa em 24 horas entre os convencionais e monocromáticos da mesma marca comercial, porém houve uma maior redução da diferença entre 24 e 48 horas em 62% para o compósito Charisma. Sobre o módulo de elasticidade (GPa), não houve diferença significativa após 48 horas entre todos os compósitos, sendo a menor redução da diferença entre 24 e 48 horas em 55% no material Vittra. Para a microdureza de Knopp, houve diferença significativa apenas para o compósito Charisma com redução de 51% na diferença de 24 e 48 horas.

## 6 DISCUSSÃO

Nesta pesquisa *in vitro* pode-se observar que os resultados obtidos após 48 horas indicam que a resistência à flexão após fotoativação apresentaram semelhança estatística para todos os compósitos estudados, mas que diferem nos resultados em 24 horas.

Especialmente a se tratar do grau de conversão, os resultados indicam que não houve diferença significativa entre os grupos. Da mesma maneira, os dados de sorção e solubilidade sugerem a não diferença estatisticamente significativa entre os grupos estudados, permanecendo dentro dos valores aceitáveis para a norma ISO 4049.

Este trabalho, através de uma pesquisa *in vitro*, buscou entender a diferença entre as propriedades mecânicas das resinas do tipo monocromáticas, quando comparadas com as propriedades mecânicas das resinas do tipo convencionais, através de testes do grau de conversão, sorção, resistência à flexão, módulo de elasticidade e microdureza de Knoop. Para tanto, e como relatado por Randolph et al., 2016, a fim de simular as condições clínicas *in vivo*, há necessidade de exposição das resinas em álcool para simular o envelhecimento em condições laboratoriais.

Ferracane, 2008, sugere em sua pesquisa que o etanol possui um parâmetro de solubilidade semelhante à grande parte dos materiais restauradores utilizados na prática clínica odontológica, facilitando sua penetração na rede polimérica dos produtos, fazendo com que tal rede se enfraqueça através de uma hidrólise acelerada. Tal condição também foi relatada e corroborada por Szczesio-Wlodarczyk et al., 2020, como potencial meio e agente para antecipar o comportamento clínico a longo prazo do material, fornecendo uma possibilidade para simular o ambiente vivo no laboratório.

Da mesma forma, o módulo de elasticidade, conforme relatam Sabbagh et al., 2002, ratificados por Fares et al., 2005, descreve a rigidez. Trata-se do princípio de quanto mais baixo for a deformação para um determinado valor de tensão, maior o valor do módulo de elasticidade. Essa pesquisa sugere que para os dados obtidos para essa propriedade, todos os materiais apresentarem semelhança estatística em 48 horas, não diferenciando os convencionais dos monocromáticos.

A microdureza, por sua vez, indica a propriedade superficial da dureza do material restaurador, e nessa pesquisa buscou-se a avaliação da alteração na rugosidade superficial com o desgaste. Os resultados indicam que todos os grupos, com exceção do grupo da resina Charisma, apresentaram semelhança estatística em 24 e 48 horas, diferindo apenas àquela em uma redução de 24-48 horas de 51%. Dessa forma, a resina convencional do tipo Charisma apresentou uma perda superior da microdureza em 24 e 48 horas, quando comparada às demais resinas monocromáticas e convencionais. Destaca-se, no entanto, que a resina da mesma marca comercial, do tipo monocromática apresenta propriedades mecânicas de microdureza superiores à convencional, com perda menos significativa de 39% na diferença entre 24 e 48 horas, indicando sua aplicação na prática clínica.

Cabe salientar, contudo, que os diversos resultados dessa pesquisa indicam a utilização da resina composta monocromática, quando comparando-as com os materiais convencionais utilizados na prática clínica odontológica, através de testes das propriedades mecânicas. No entanto, novos estudos continuam sendo necessários a fim de apurar outras características desses materiais que indiquem realmente sua utilização na odontologia. Diamantopoulou et al., 2013, sugeriram que apesar de potencialmente indicadas através das propriedades mecânicas, alterações ópticas de mudança de cor foram observadas após envelhecimento em água, sugerindo estudos mais aprofundados.

Apesar dos resultados disponíveis na literatura que é opção válida, as indicações das resinas compostas, bem como suas características mecânicas, físicas e ópticas para as restaurações, diversas pesquisas clínicas têm demonstrado longevidade destas para as restaurações diretas. Korkut e Türkmen, 2021, objetivaram avaliar a longevidade das restaurações. Os resultados indicaram que a longevidade foi semelhante entre compósitos e tipos de restauração, sendo que o desempenho clínico a longo prazo das restaurações monocromáticas de resina composta foi superiormente robusto.

Uma revisão de literatura do tipo integrativa foi realizada por Röder e Santos, 2022, com o objetivo de realizar um levantamento dos artigos acerca das resinas monocromáticas em suas mais diversas vertentes, de coloração às propriedades mecânicas. Os resultados encontrados ratificam a pesquisa aqui

descrita, em que as resinas compostas monocromáticas além de serem possíveis de utilizar em todas as classes, tanto em dentes anteriores quanto posteriores.

Apesar das limitações encontradas nesse estudo, como o baixo número de artigos que corroboram o tema, bem como a baixa amostragem, deve-se fortalecer a pesquisa laboratorial através de resultados e pesquisas que consolidem a indicação da utilização das resinas do tipo camaleão como opções favoráveis e possíveis na prática clínica odontológica.

## **7 CONCLUSÃO**

Concluiu-se que todos os compósitos não apresentaram diferença estatística entre eles no grau de conversão em 24 horas, e os resultados para sorção e solubilidade demonstram a mesma característica, com valores aceitáveis dentro da ISO 4049.

Os resultados obtidos indicam a utilização das resinas compostas monocromáticas, já que, além de não apresentarem diferença estatística entre características físicas das resinas convencionais, apresentam o atributo de mimetismo, graças as características de espelhamento cromático.

Cabe, sobretudo, indicar que novas pesquisas que contemplem as resinas camaleão, devam ser realizadas para corroborar os resultados e indicar, de maneira concreta a utilização dessas na clínica odontológica.

## REFERÊNCIAS

- Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA, Taha NA. Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review. **Oper Dent.** 43(4):E173-E190. 2018.
- Anil S, Anand PS. Early Childhood Caries: Prevalence, Risk Factors, and Prevention. **Front Pediatr.** 5:157. 2017.
- Azeem RA, Sureshababu NM. Clinical performance of direct versus indirect composite restorations in posterior teeth: A systematic review. **J Conserv Dent.** 21(1):2-9. 2018.
- Bakti I, Santosa AS, Irawan B, Damiyanti M. Chameleon effect of nano-filled composite resin restorations in artificial acrylic teeth of various shades. **J Phys.** 1073(5):052011. 2018.
- Ban S, Anusavice KJ. Influence of test method on failure stress of brittle dental materials. **J Dent. Res.** 69: 1791-1799. 1990.
- Barutçigil Ç, Barutçigil K, Özarslan MM, Dündar A, Yilmaz B. Color of bulk-fill composite resin restorative materials. **J Esthet Restor Dent.** 30(2):E3-E8. 2018.
- Bloom DR, Padayachy JN. Increasing occlusal vertical dimension – why, when and how. **Br Dent J.** 200: 251–256. 2006.
- Caplan DJ, Li Y, Wang W, et al. Dental Restoration Longevity among Geriatric and Special Needs Patients. **JDR Clin Trans Res.** 4(1):41-48. 2018.
- Cavalheiro CP, Scherer H, Imparato JCP, Collares FM, Lenzi TL. Use of flowable resin composite as an intermediate layer in class II restorations: a systematic review and meta-analysis. **Clin Oral Investig.** 25(10):5629-5639. 2021.

Chagas LS. Avaliação da resistência flexural e módulo de elasticidade de uma resina do tipo bulk fill em comparação com uma resina convencional. **Repositório Institucional UNISC**. 2016. Disponível em: <https://repositorio.unisc.br/jspui/handle/11624/1581>. Acessado em 27 de maio de 2022.

Chana H, Kelleher M, Briggs P, Hooper R. Clinical evaluation of resin-bonded gold alloy veneers. **J Prosthet Dent**. 83: 294–300. 2000.

Chisini LA, Collares K, Cademartori MG, et al. Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. **Int J Paediatr Dent**. 28(2):123-139. 2018.

Colombo S, Paglia L. Dental Sealants. Part 1: Prevention First. **Eur J Paediatr Dent**. 19(1):80-82. 2018.

Cramer NB, et al. Recent Advances and Developments in Composite Dental Restorative Materials. **J Dent Res**. 90(4):402- 416, 2011.

Demarco FF, et al. Should my composite restorations last forever? Why are they failing? **Braz Oral Res**. 31(suppl 1):e56. 2017.

Diamantopoulou S, Papazoglou E, Margaritis V, Lynch CD, Kakaboura A. Change of optical properties of contemporary resin composites after one week and one month water ageing. **J Dent**. 2013 Nov;41 Suppl 5:e62-9. doi: 10.1016/j.jdent.2013.04.001. 2013.

Dionysopoulos D, Gerasimidou O. Wear of contemporary dental composite resin restorations: a literature review. **Restor Dent Endod**. 46(2):e18. 2021.

Elheeny AAH, Abdelmotelb MA. Oral health-related quality of life (OHRQOL) of preschool children's anterior teeth restored with zirconia crowns versus resin-bonded composite strip crowns: a 12-month prospective clinical trial. **Clin Oral Investig**. 2022.

Fares NH, Nagem Filho H, Pacheco IB, Coutinho KQ, Nagem HD. Resistência flexural e módulo de elasticidade da resina composta. **Rev. de Clín. Pesq. Odontol.** v.2, n.1, ju./set. 2005.

Ferracane JL. Buonocore Lecture: placing dental composites—a stressful experience. **Oper Dent.** 33(3):247–57. 2008.

França FMG et al. Low-andhigh-viscosity bulk-fill resin composites: a comparison of microhardness, microtensile bond strength, and fracture strength in restored molars. **Acta Odontol. Latinoam.** Vol. 34, Nº 2/2021, p. 173-182. 2021.

Frencken JE, Liang S, Zhang Q. Survival estimates of atraumatic restorative treatment versus traditional restorative treatment: a systematic review with meta-analyses. **Br Dent J.** 10.1038/s41415-021-2701-0. 2021.

Gwon B, et al. Wear characteristics of dental ceramic CAD/CAM materials opposing various dental composite resins. **Materials (Basel).** 12:1839. 2019.

Hatayama T, Kano Y, Aida A, et al. The combined effect of light-illuminating direction and enamel rod orientation on color adjustment at the enamel borders of composite restorations. **Clin Oral Invest.** 24(7):2305–2313. 2020.

Hurst D. What is the best way to restore the worn dentition? **Evid Based Dent.** 12(2):55-56. 2011.

Ilie N, Hickel R. Investigations on a methacrylate-based flowable composite based on the SDR technology. **Dent Mater.** 27: 348–355. 2011.

Ismail EH, Paravina RD. Color adjustment potential of resin composites: Optical illusion or physical reality, a comprehensive overview. **J Esthet Restor Dent.** 34:42–54. 2022.

Jespersen JJ, Hellstein J, Williamson A, Johnson WT, Qian F. Evaluation of dental pulp sensibility tests in a clinical setting. **J Endod.** 40(3):351-354. 2014.

Kakaboura A, Vougiouklakis G. Basic principles of operative dentistry. **Athens: Paschalidis.** 2012.

Klapdohr S, Moszner N. New inorganic components for dental filling composites. **Monatsh Chem.** 136:21–45; 2005.

Korkut B, Türkmen C. Longevity of direct diastema closure and recontouring restorations with resin composites in maxillary anterior teeth: A 4-year clinical evaluation. **J Esthet Restor Dent.** 33(4):590-604. 2021.

Kunz PVM, et al. 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.** 26(3):2281-2297. 2022.

Lin GSS, Cher CY, Cheah KK, Noorani TY, Ismail NH, Ghani NRNA. Novel dental composite resin derived from rice husk natural biowaste: A systematic review and recommendation for future advancement. **J Esthet Restor Dent.** 2021.

Lin J. et al. Effects of rotating fatigue on the mechanical properties of microhybrid and nanofiller-containing composites. **Dental Materials Journal.** 32(3): 476–483. 2013.

Loughran GM, Versluis A, Douglas WH. Evaluation of subcritical fatigue crack propagation in a restorative composite. **Dent Mater.** 21(3):252-61. 2005.

Mehta SB, Banerji S, Millar BJ, Suarez-Feito JM. Current concepts on the management of tooth wear: part 4. An overview of the restorative techniques and dental materials commonly applied for the management of tooth wear. **Br Dent J.** 212(4):169-177. 2012.

Mendonça BC, Soto-Montero JR, de Castro EF, Pecorari VGA, Rueggeberg FA, Giannini M. Flexural strength and microhardness of bulk-fill restorative materials. **J Esthet Restor Dent.** 33(4):628-635. 2021.

Meyer JM, Bichir N, Langford S. Common Dental Issues in Pediatrics. **Prim Care.** 48(3):429-442. 2021.

Mulligan S, Hatton PV, Martin N. Resin-based composite materials: elution and pollution. **Br Dent J.** 232(9):644-652. 2022.

Oivanen M, Keulemans F, Garoushi S, Vallittu PK, Lassila L. The effect of refractive index of fillers and polymer matrix on translucency and color matching of dental resin composite. **Biomater Investig Dent.** 8(1):48-53. 2021.

Opdam NJ, et al. Longevity of posterior composite restorations: a systematic review and meta-analysis. **J Dent Res.** 93(10):943-9. 2014.

Paravina RD, Westland S, Imai FH, Kimura M, Powers JM. Evaluation of blending effect of composites related to restoration size. **Dent Mater.** 22(4):299-307. 2006.

Pilo R, Oelgiesser D, Cardash HS. A survey of output intensity and potential for depth of cure among light-curing units in clinical use. **J Dent.** 27:235–241. 1999.

Randolph LD, Palin WM, Leloup G, Leprince JG. Filler characteristics of modern dental resin composites and their influence on physico-mechanical properties. **Dent Mater.** 2016 Dec;32(12):1586-1599. 2016.

Rodrigues Júnior SA, Zanchi CH, Carvalho RV, Demarca FF. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin-based composites. **Braz Oral Re.** 21(1):16-21. 2007.

Röder T, Santos ER. Resinas compostas monocromáticas: Uma revisão de literatura. **Brazilian Journal of Development.** 2022.

Sabbagh J, Vreven L, Leloup G. Dynamic and static moduli of elasticity of resinbased materials. **Dent Mat.** 18:64-71. 2002.

Sakaguchi RL, Peters MC, Nelson SR, Douglas WH, Poort HW. Effects of polymerization contraction in composite restorations. **J Dent.** 20(3):178–82. 1992.

Sanchez N, Powers JM, Paravina RD. Instrumental and visual evaluation of the color adjustment potential of resin composites. **J Esthet Restor Dent.** 31(5):465-470. 2019.

Solare X. 2010 Singapore: GC Asia Dental; 2010. Disponível em: [http://www.gcindiadental.com/wpcontent/uploads/brochures/GC Solare X Brochure.pdf](http://www.gcindiadental.com/wpcontent/uploads/brochures/GC_Solare_X_Brochure.pdf). Acesso em 27 de maio de 2022.

Szczesio-Wlodarczyk A, Sokolowski J, Kleczewska J, Bociog K. Ageing of Dental Composites Based on Methacrylate Resins-A Critical Review of the Causes and Method of Assessment. **Polymers (Basel).** 2020 Apr 10;12(4):882. 2020.

Tonprasong W, Inokoshi M, Shimizubata M, Yamamoto M, Hatano K, Minakuchi S. Impact of direct restorative dental materials on surface root caries treatment. Evidence based and current materials development: A systematic review. **Jpn Dent Sci Rev.** 58:13-30. 2022.

Van't Spijker A, Rodriguez JM, Kreulen CM, Bronkhorst EM, Bartlett DW, Creugers NH. Prevalence of tooth wear in adults. **Int J Prosthodont.** 22: 35–42. 2009.

Vattanaseangsiri T, Khawpongampai A, Sittipholvanichkul P, Jittapiromsak N, Posritong S, Wayakanon K. Influence of restorative material translucency on the chameleon effect. **Sci Rep.** 12(1):8871. 2022.

Worthington HV, Khangura S, Seal K, et al. Direct composite resin fillings versus amalgam fillings for permanent posterior teeth. **Cochrane Database Syst Rev.** 2021.

Lodi CS, Sasaki KT, Fraiz FC, Delbem AC, Martinhon CC. Evaluation of some properties of fermented milk beverages that affect the demineralization of dental enamel. **Braz Oral Res.** 24(1):95-101. 2010.