

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ESTABILIDADE DE COR DE DIFERENTES RESINAS COMPOSTAS APÓS IMERSÃO EM COLUTÓRIOS ORAIS

Trabalho submetido por
Maria Antónia Caldeira de Andrade
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

novembro de 2023

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

ESTABILIDADE DE COR DE DIFERENTES RESINAS COMPOSTAS APÓS IMERSÃO EM COLUTÓRIOS ORAIS

Trabalho submetido por
Maria Antónia Caldeira de Andrade
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Inês Caldeira Fernandes

novembro de 2023

“Valeu a pena?

Tudo vale a pena

Se a alma não é pequena”

Fernando Pessoa

Dedicatória

Ao meu pai.

À minha irmã.

À minha avó Ilda.

Às minhas duas estrelinhas, Mãe e Avô Jana, que, certamente, estão os dois muito felizes e orgulhosos pela filha/neta conseguir finalizar mais uma etapa da sua vida.

Agradecimentos

À minha orientadora Prof. Doutora Inês Caldeira Fernandes, por toda a ajuda e disponibilidade que sempre demonstrou no decorrer desta atribulada tese. O seu apoio e motivação foram fundamentais para nunca desistir e continuar a trabalhar, mesmo com tantas adversidades pelo meio.

Quero, também, agradecer ao professor Luís Proença, por toda a ajuda e explicação relativamente à parte estatística da tese.

À Lili, à Lena e a todas as pessoas que fazem parte da Clínica Lilibeth Andrade, um obrigada por toda amizade, por todos os conselhos e pela oportunidade de aprender convosco.

Desta mesma forma, queria agradecer ao Énio, à Raquel e a toda a equipa da Denténio Clínica pela carinhosa forma como me receberam e por todo o conhecimento transmitido.

Um agradecimento a todos os meus colegas e amigos que me acompanharam nesta caminhada, por toda a amizade, apoio, conselhos, e por estarem lá para mim sempre que precisava. À minha grande amiga Thânia que esteve sempre presente, desde o primeiro ao último dia, que me acolheu junto da sua família (tornando-a como a minha família de Lisboa), me ajudou sempre que necessitava e me encorajou em todos os momentos. À minha Fanny, a minha francesa preferida, que me tentou ensinar francês durante todos estes anos (sem sucesso), que me acompanhou em todas as aulas, todos os trabalhos e durante todo o estágio clínico, ajudando-me em todas as situações. Ao meu colega de box Hugo, obrigada por toda a paciência, partilha, confiança e possibilidade de aprendermos os dois juntos. À Maria Teresa, Adrian, Raquel, Cunha e Thânia, um reconhecimento especial, pela ajuda na realização deste trabalho, o vosso apoio foi fundamental.

A toda a minha família que sempre me incentivou, me deu uma palavra e/ou abraço amigo nas horas certas. Obrigada por me aconselharem da melhor forma, pelo apoio nos momentos difíceis (principalmente os deste ano), por rezarem por mim e por toda a força e orgulho que sempre me transmitiram.

À minha irmã, realce por todo o auxílio, por todas as revisões de trabalhos, por sempre me ouvir e ter paciência para os meus problemas. Ambas sabemos o quão difícil a vida tem sido, mas juntas temos conseguido ultrapassar todos os entraves.

Por fim, e como os últimos são sempre os primeiros, um especial e enorme agradecimento ao meu pai por toda a força, amor e carinho que sempre me transmitiu. Obrigada por sempre me apoiares, e me propiciares o seguimento dos meus sonhos. És o meu exemplo de força e determinação, o meu ídolo, que nunca desistiu de alcançar tudo a que se propunha, mesmo com todas as complicações da vida.

Resumo

Objetivo: O objetivo desta investigação foi avaliar a suscetibilidade de variação de cor, através do sistema de cores CIE L*a*b*, entre uma resina composta microhíbrida convencional e uma resina composta *Bulk Fill* quando imersas em soluções de clorexidina de diferentes concentrações durante um período de 14 dias.

Materiais e Métodos: Foram confeccionadas 36 amostras, discos com 10mm de diâmetro por 2 mm de espessura, de cada resina composta: resina convencional microhíbrida (Lis EA2 – FGM - Dentscare ltda - Brazil) e resina *Bulk Fill* (Opus Bulk Fill APS – FGM - Dentscare ltda - Brazil). Cada compósito foi dividido em 3 grupos experimentais de forma aleatória (n = 6) e cada grupo experimental foi colocado em 3 soluções diferentes: saliva artificial (grupo controlo), clorexidina 0,12% e clorexidina 0,20%. Estas amostras foram sujeitas a duas imersões diárias, com agitação no *Agimatic-N*, durante 1 minuto por um período de 14 dias. No restante período entre as imersões, os discos permaneceram em saliva artificial numa estufa a 37°C. A avaliação da coloração foi efetuada 2 vezes por um espectrofotómetro (*Spectro-ShadeTM Micro*) antes das amostras serem expostas aos agentes de pigmentação e após os 14 dias de imersão das mesmas. A análise estatística dos dados obtidos foi efetuada com o software SPSS, com um nível de significância de 5%, onde foi aplicada a ANOVA *two-way factorial*, o teste de *Shapiro-Wilk* e o teste de *Levene*.

Resultados: Observaram-se diferenças significativas entre as resinas compostas quando imersas aos mesmos colutórios. Relativamente às soluções, não se verificaram diferenças significativas acerca do potencial de alteração da coloração na mesma resina.

Conclusões: As soluções de clorexidina produziram alterações de cor nas duas resinas compostas. A resina convencional apresentou maior alteração do que a resina *Bulk Fill*.

Palavras-chave: Resinas Compostas; Colutórios Orais; Pigmentação; Alteração de Cor.

Abstract

Objective: The aim of this investigation was to assess the color variation susceptibility, using the CIE L*a*b* color system, between a conventional microhybrid composite resin and a Bulk Fill composite resin when immersed in different concentration chlorhexidine solutions over a period of 14 days.

Materials and Methods: 36 specimens, discs with a diameter of 10mm and a thickness of 2mm, were prepared from each composite resin: conventional microhybrid resin (Llis EA2 – FGM - Dentscare Ltda - Brazil) and Bulk Fill resin (Opus Bulk Fill APS – FGM - Dentscare Ltda - Brazil). Each composite was randomly divided into 3 experimental groups (n = 6), and each experimental group was placed in 3 different solutions: artificial saliva (control group), 0.12% chlorhexidine, and 0.20% chlorhexidine. These specimens underwent two daily immersions, with agitation using Agimatic-N, for 1 minute over a period of 14 days. During the intervals between immersions, the discs remained in artificial saliva in an incubator at 37°C. Color evaluation was performed twice using a spectrophotometer (Spectro-Shade™ Micro): before exposure to the pigmentation agents and after the 14-day immersion. Statistical analysis of the obtained data was conducted using SPSS software, with a significance level of 5%, employing two-way factorial ANOVA, Shapiro-Wilk test, and Levene's test.

Results: Significant differences were observed between the composite resins when immersed in the same solutions. Regarding the solutions, no significant differences were found concerning the potential for color alteration within the same resin.

Conclusions: Chlorhexidine solutions induced color changes in both composite resins. The conventional resin showed more alteration than the Bulk Fill resin.

Keywords: Composite Resins; Mouthwashes; Pigmentation; Color Change.

Índice

I. INTRODUÇÃO	11
I. ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	11
II. RESINAS COMPOSTAS	12
<i>Resinas Compostas Convencionais</i>	12
<i>Resinas Compostas Bulk Fill</i>	20
III. SOLUÇÕES.....	25
<i>Saliva Artificial</i>	25
<i>Colutórios Oraís</i>	26
IV. EFEITO DOS COLUTÓRIOS SOBRE AS RESINAS COMPOSTAS.....	27
V. COR	29
VI. APARELHOS E SISTEMAS DE MEDIÇÃO DE COR.....	32
II. OBJETIVOS	35
III. HIPÓTESES DE ESTUDO	35
IV. MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
I. MATERIAIS	37
II. METODOLOGIA	38
V. RESULTADOS	47
VI. DISCUSSÃO.....	59
VII. CONCLUSÃO.....	67
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	69

Índice de Figuras

FIGURA 1 - ESQUEMA DE CONFEÇÃO DOS DISCOS DAS DIFERENTES RESINAS COMPOSTAS DISTRIBUÍDAS PELAS DIFERENTES SOLUÇÕES	38
FIGURA 2 - MATERIAIS UTILIZADOS NA CONFEÇÃO DOS DISCOS DAS DIFERENTES RESINAS COMPOSTAS: (A) ESPÁTULA ANGULADA; (B) PORCELAIN SAMPLER; (C) RESINA COMPOSTA “OPUS BULK FILL APS - FGM”; (D) RESINA COMPOSTA “LLIS EA2 - FGM”	39
FIGURA 3 - PRESSÃO EFETUADA ÀS AMOSTRAS DE RESINA COMPOSTA AQUANDO DA SUA CONFEÇÃO.....	39
FIGURA 4 - FOTOPOLIMERIZAÇÃO DAS ESPÉCIMES.....	40
FIGURA 5 - VERIFICAÇÃO DA POTÊNCIA DO FOTOPOLIMERIZADOR ATRAVÉS DE UM RADIÔMETRO.....	40
FIGURA 6 - IDENTIFICAÇÃO E NUMERAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	41
FIGURA 7 - AMOSTRAS IDENTIFICADAS E NUMERADAS.....	42
FIGURA 8 - INSTRUMENTOS E MATERIAIS UTILIZADOS PARA INCUBAÇÃO DOS ESPÉCIMES: (A) TUBOS DE ENSAIO DE PLÁSTICO IDENTIFICADOS; (B) SALIVA ARTIFICIAL; (C) ESTUFA DE INCUBAÇÃO MEMMERT INE 400 A 37°C	42
FIGURA 9 - INSTRUÇÕES DE CALIBRAÇÃO: (A) CALIBRAÇÃO PARA A COR BRANCA; (B) REFERÊNCIA BRANCA; (C) REFERÊNCIA VERDE; (D) CALIBRAÇÃO PARA A COR VERDE	43
FIGURA 10 - MEDIÇÃO DE COR: (A) MEDIÇÃO DO DISCO DE RESINA NUM FUNDO PRETO; (B) AMOSTRA DE COR MEDIDA.....	43
FIGURA 11 - INSTRUÇÃO DE MEDIÇÃO DE COR- ESPÉCIME DENTRO DE UM RETÂNGULO AMARELO: (A) NENHUMA CONDIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E ANGULAÇÃO PRESENTE; (B) APÓS REUNIDAS AS CONDIÇÕES DE ILUMINAÇÃO E ANGULAÇÃO	44
FIGURA 12 - SIMULAÇÃO DO BOCHECHO ORAL: (A) AGITADOR AGIMATIC-N; (B) AMOSTRA IMERGIDA NA SOLUÇÃO DE CLOREXIDINA E SUJEITA AO AGITADOR AGIMATIC-N	44
FIGURA 13 - SOLUÇÕES DE CLOREXIDINA: (A) SOLUÇÃO DE CLOREXIDINA 0,12%; (B) SOLUÇÃO DE CLOREXIDINA 0,20%.....	45
FIGURA 14 - AMOSTRAS APÓS OS 14 DIAS DE ESTUDO: (A) DISCOS DE RESINA COMPOSTA CONVENCIONAL MICROHÍBRIDA; (B) DISCOS DE RESINA BULK FILL	45

Índice de Tabelas

TABELA 1 - MATERIAIS E FORNECEDORES UTILIZADOS NESTA INVESTIGAÇÃO LABORATORIAL	37
TABELA 2 - ESQUEMA PARA DISTINÇÃO DOS DISCOS DE RESINA	41
TABELA 3 - AVALIAÇÃO DO EFEITO DO TIPO DE RESINA E DO TIPO DE SOLUÇÃO NA VARIÇÃO DO FATOR ΔL , DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.....	48
TABELA 4 - AVALIAÇÃO DO EFEITO DO TIPO DE RESINA E DO TIPO DE SOLUÇÃO NA VARIÇÃO DO FATOR ΔA , DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.....	48
TABELA 5 - AVALIAÇÃO DO EFEITO DO TIPO DE RESINA E DO TIPO DE SOLUÇÃO NA VARIÇÃO DO FATOR ΔB , DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.....	49
TABELA 6 - AVALIAÇÃO DO EFEITO DO TIPO DE RESINA E DO TIPO DE SOLUÇÃO NA VARIÇÃO DO FATOR ΔE , DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.....	49

Índice de Gráficos

GRÁFICO 1 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔL , TENDO EM CONTA O TIPO DE RESINA, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	50
GRÁFICO 2 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔL , TENDO EM CONTA O TIPO DE SOLUÇÃO, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	51
GRÁFICO 3 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔA , TENDO EM CONTA O TIPO DE RESINA, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	52
GRÁFICO 4 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔA , TENDO EM CONTA O TIPO DE SOLUÇÃO, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	53
GRÁFICO 5 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔB , TENDO EM CONTA O TIPO DE RESINA, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	54
GRÁFICO 6 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔB , TENDO EM CONTA O TIPO DE SOLUÇÃO, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	55
GRÁFICO 7 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔE , TENDO EM CONTA O TIPO DE RESINA, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	56
GRÁFICO 8 - RESULTADOS DA VARIÁVEL DEPENDENTE ΔE , TENDO EM CONTA O TIPO DE SOLUÇÃO, DURANTE OS 14 DIAS DE ESTUDO.	57

Lista de Abreviaturas

Bis-GMA- *Bisphenol α -diglycidyl methacrylate*

UDMA- *Urethane dimethacrylate*

TEGDMA- *Triethylene glycol dimethacrylate*

CIE- *Commission Internationale de L'Eclairage*

LED- Light Emitting Diode

n- Tamanho da amostra

p- Significância estatística

SPSS- *Statistical Package for the Social Sciences*

UV- Ultravioleta

°C- Graus Celsius

Δa - Delta a

Δb - Delta b

ΔL - Delta L

ΔE - Delta E

ΔL - Delta L

RCC- Resina Composta Convencional

RBF- Resina *Bulk Fill*

SA- Saliva Artificial

C12- Clorexidina a 0,12%

C20- Clorexidina a 0,20%

I. INTRODUÇÃO

I. Enquadramento Teórico

A medicina dentária, ao longo dos tempos, tem sofrido uma grande evolução ao nível dos materiais restauradores, devido à exigência estética dos pacientes e da sociedade em geral, que tanta importância têm dado à aparência e imagem. Como tal, um dos materiais restauradores estéticos mais utilizados em Dentisteria para restaurações, anteriores e posteriores, são as resinas compostas. (Ertas et al., 2006; Ferracane, 2011)

Contudo, estas resinas compostas, consoante os hábitos diários dos pacientes, quer alimentares ou quer ao nível da higiene oral diária, podem sofrer alterações de cor. Ou seja, apesar das diversas vantagens, este tipo de material tem a capacidade de aumentar de peso aquando da absorção de humidade, provocada pela infiltração de alimentos e líquidos, como a saliva, bebidas e colutórios orais. Assim, as resinas começam a degradar-se, visto que as propriedades mecânicas e de superfície do material são afetadas consoante o grau de solubilidade e sorção, influenciando o sucesso clínico. (Ferreira, 2016; Çelik et al., 2021)

A utilização prolongada de elixires, especificamente os que contêm clorexidina, podem influenciar não só a estabilidade da cor dentária, mas também a do material restaurador. Estes tipos de produtos de higiene oral são, normalmente, constituídos por água, sais, agentes antimicrobianos e/ou álcool, sendo que o pH dos mesmos varia consoante as suas concentrações. Consequentemente, a aplicação diária de colutórios orais diminui o pH ao nível da cavidade oral, levando ao aumento da sorção e solubilidade das resinas, o que propicia a degradação da superfície das mesmas. (Çelik et al., 2021; Khosravi et al., 2016)

Assim sendo, é relevante o estudo da estabilidade da cor das resinas compostas quando as mesmas são expostas a diferentes elixires com diferentes composições, visto que as propriedades da superfície da restauração têm importância do ponto de vista estético, conforto do paciente e durabilidade do material. Face ao exposto, uma vez que a sociedade tem vindo a dar cada vez mais importância à sua imagem e aparência, e utilizado elixires na sua prática de higiene oral diária, torna-se necessário esse estudo, de modo a não comprometer a tão valorizada estética dentária.

II. Resinas Compostas

Resinas Compostas Convencionais

Definição

As resinas compostas, ao longo do tempo têm tido uma enorme evolução na medicina dentária. Estes materiais tornaram-se a base dos procedimentos de restauração e estética dentária, oferecendo soluções para uma ampla gama de anomalias dentárias, desde pequenas fraturas e lesões de cárie até problemas que afetam a estética.

Desta forma, estes materiais restauradores são compostos, principalmente, por dois componentes principais: uma matriz de resina (orgânica) e partículas de carga inorgânica. A sua elaboração envolve a combinação dos dois componentes principais, resultando num material semelhante a uma pasta que pode ser moldado para se adequar às várias aplicações. Uma vez alcançada a forma desejada, o compósito é submetido a uma luz ou a iniciadores químicos, que desencadeiam uma reação de polimerização, finalizando este processo quando o mesmo deixa de ser macio e maleável e se torna num material duro e rígido, capaz de suportar forças mecânicas e diferentes condições ambientais. (Patodiya et al., 2012; Silva et al., 2008)

A era das resinas compostas teve início devido ao inovador estudo de de Rafael Bowen, que sintetizou o bisfenol A-glicidil metacrilato (bis-GMA), um dimetacrilato que continua a ser um componente crítico nas variadas formulações de compósitos até hoje. Este monómero fundamental, conhecido principalmente pela sua alta viscosidade, é combinado com outros dimetacrilatos, como o trietilenoglicol dimetacrilato (TEGDMA), o uretano dimetacrilato (UDMA) e outros monómeros para criar a matriz orgânica de resina. (Ferreira, 2016)

Com o passar do tempo, a composição das resinas compostas evoluiu significativamente. Inicialmente, eram formadas através da mistura de diversos dimetacrilatos (como resina epóxi e ácido metacrílico) com pó de quartzo silanizado. Assim, estes materiais ganharam reconhecimento devido às suas propriedades estéticas e capacidades adesivas, tornando-se proeminentes em restaurações dentárias. (Demarco et al., 2012)

No ano de 1970, uma nova etapa surgiu com a introdução de resinas polimerizadas por luz, frequentemente denominados compósitos microparticulados, que utilizam luz ultravioleta como principal iniciador da polimerização. Posteriormente, na década de 90, o aparecimento dos compósitos microhíbridos ativados por luz visível (utilizando tecnologias como lasers, arcos de plasma e LEDs) trouxeram melhorias na manipulação e textura da superfície dos materiais. Também, a introdução de compósitos em cápsulas e resinas fluidas foram marcantes ao nível da dentisteria restauradora. (Fernandes et al., 2014; Silva et al., 2008)

Mais recentemente, houve o desenvolvimento e a comercialização de compósitos nanohíbridos e nanoparticulados com polimerização controlada por fotopolimerização, apresentando alto teor inorgânico, pouca suscetibilidade a manchas (em comparação com os anteriores) e brilho excepcional na superfície. (Alzraikat et al., 2018)

Enquanto as mudanças históricas se concentraram, principalmente, em aprimorar a componente inorgânica, reduzindo o tamanho das partículas e aumentando a sua porcentagem na composição do material para melhor polimento e resistência ao desgaste, as inovações atuais visam principalmente a matriz polimérica. O objetivo é desenvolver sistemas com contração de polimerização reduzida e menor tensão de polimerização, permitindo que eles se liguem eficazmente às estruturas dentárias. (Patodiya et al., 2012)

Além disso, o surgimento da nanotecnologia abriu caminho para partículas de carga menores e menor tensão de polimerização, resultando numa maior resistência ao desgaste. (Alzraikat et al., 2018)

Em comparação com os tratamentos cerâmicos, as opções de tratamento mais conservadoras estão-se a tornar cada vez mais viáveis devido às vantagens que oferecem. Isto inclui a preservação da estrutura dentária, redução do tempo de tratamento, custo-efetividade e a capacidade de alcançar resultados esteticamente agradáveis. (Ferracane, 2010)

Portanto, as resinas compostas são o material preferido para restaurar dentes com anomalias, que podem ser causadas por pequenas fraturas, lesões de cárie ou outros problemas estéticos, devido à sua aproximação à natureza humana através de uma variedade de tons e texturas, que os tornam semelhantes à cor e estrutura natural dos dentes.

Reação de Polimerização

Os compósitos dentários são aplicados em muitos procedimentos restauradores, devido à capacidade de aliar estética, funcionalidade e durabilidade. Um dos pilares fundamentais para a eficácia desses materiais reside na reação de polimerização, um processo químico crucial pelo qual as resinas compostas transformam-se em restaurações dentárias sólidas e funcionais. (Ferreira, 2016)

A polimerização pode ser definida como a reação na qual monómeros, unidades químicas de baixo peso molecular, se combinam para formar polímeros, de alto peso molecular. Nas resinas compostas, a matriz orgânica é composta por monómeros essenciais, como o Bis-GMA, Bis-EMA e UDMA. Essa matriz viscosa e maleável é moldada e adaptada para preencher cavidades dentárias, restaurar a forma natural dos dentes e corrigir imperfeições estéticas. Neste contexto, o processo de polimerização é ativado por fontes externas de energia, frequentemente lâmpadas de polimerização que emitem luz visível. Essa polimerização fotoativada permite um controle preciso do tempo de trabalho e uma fotopolimerização rápida das resinas. (Abbasi et al., 2018)

Durante este processo, os monómeros reagem para formar uma rede tridimensional, na qual as ligações covalentes se estabelecem, conferindo à resina propriedades mecânicas e estruturais. A eficácia da reação de polimerização é fundamental para a qualidade e o desempenho das restaurações. Um grau de conversão adequado, que é a proporção de monómeros que, efetivamente, se transformam em polímeros, tem um impacto direto na resistência mecânica, estabilidade dimensional e longevidade das restaurações. (Portela et al., 2010)

Todavia, a reação de polimerização também apresenta alguns desafios, tais como a contração de polimerização, um fenómeno no qual a resina composta sofre uma diminuição de volume à medida que os monómeros se transformam em polímeros. Isto pode resultar em infiltrações marginais e microfissuras nas restaurações. Para enfrentar este problema, diversas estratégias foram desenvolvidas, incluindo a escolha de monómeros que minimizam a contração e a utilização de técnicas específicas. (Fernandes et al., 2014)

Outrora, a polimerização começou por ser realizada com metil metacrilato, um monómero que estabelecia ligações simples e resultava numa contração de polimerização substancial, com maior erosão. No entanto, com os avanços nesta área, foi introduzido o Bis-GMA, que forma ligações duplas, proporcionando uma estrutura mais forte e resistente. Para mitigar o problema da contração de polimerização, partículas inorgânicas foram adicionadas para preencher os espaços vazios. No entanto, essas partículas não se ligavam efetivamente à matriz orgânica, o que levou à introdução de agentes de união para estabelecer uma ligação mais eficaz entre a matriz orgânica e as partículas de carga inorgânica. (Yadav et al., 2019; Benetti et al., 2015)

Também, a técnica incremental, na qual a resina é adicionada em camadas finas (até 2 mm) e polimerizada sucessivamente, foi desenvolvida para minimizar a contração de polimerização. Assim, evita-se a quebra da ligação entre o material e o sistema adesivo, resultando numa maior adaptação marginal e um aperfeiçoamento do trabalho final. (Ferracane, 2010)

Uma correta polimerização depende da calibração do fotopolimerizador, intensidade da luz, tamanho da ponteira e proximidade da mesma à resina. Se este processo for realizado inadequadamente, pode resultar em restaurações de baixa qualidade, que se desgastam facilmente, menos resistentes, podem causar sensibilidade pós-operatória e manchar rapidamente. Portanto, otimizar o tempo de polimerização é essencial para garantir resultados restauradores satisfatórios e duradouros.

Composição

As resinas compostas, tal como o próprio nome indica, são constituídas por dois ou mais componentes, principalmente, por dois fundamentais: uma matriz de resina (orgânica) e partículas de carga inorgânica. Dentro destes constituintes destacam-se, ainda, os agentes

de união, catalisadores químicos (iniciadores e inibidores) e pigmentos. (Silva et al., 2008)

A matriz orgânica, consiste numa combinação de monómeros orgânicos, como o bisfenol A glicidil metacrilato (Bis-GMA) ou uretano dimetacrilato (UDMA). Estes monómeros servem como base e proporcionam características como maleabilidade e moldagem, desempenhando, também, um papel crucial no processo de polimerização, que transforma a resina inicialmente líquida em material sólido. (Yadav et al., 2019)

As partículas de carga inorgânica são incorporadas na matriz de resina para melhorar as suas propriedades mecânicas e físicas. Estas partículas inorgânicas, são escolhidas pela sua capacidade de reforçar o compósito e melhorar a sua resistência ao desgaste e radiopacidade, como por exemplo partículas de sílica ou vidro. (Silva et al., 2008)

Por conseguinte, a confecção de resinas compostas envolve a combinação da matriz orgânica com as partículas de carga inorgânica, resultando num material semelhante a uma pasta que pode ser moldado para se adequar às várias aplicações. Uma vez alcançada a forma desejada, o compósito é submetido a uma luz ou a iniciadores químicos, que desencadeiam uma reação de polimerização, finalizando este processo quando o mesmo deixa de ser macio e maleável e se torna num material duro e rígido, capaz de suportar forças mecânicas e diferentes condições ambientais. (Han et al., 2016)

- Matriz Orgânica:

A matriz orgânica das resinas compostas é, essencialmente, um sistema baseado em polímeros, composto principalmente por vários monómeros, fundamentais na formulação destes materiais restauradores. Esta matriz é o maior constituinte do compósito e desempenha um papel crucial na determinação das suas propriedades físicas, mecânicas e de biocompatibilidade, que são empregues nos procedimentos restauradores e estéticos. (Ferracane, 2010)

Tendo em conta a composição da matriz resina, como já referido, consiste, principalmente, em polímeros, sendo o Bis-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) e o Uretano Dimetacrilato (UDMA) dois dos monómeros essenciais frequentemente utilizados. Ambos apresentam uma característica única, com uma dupla ligação de carbono em cada extremidade da cadeia, o que lhes permite iniciar o processo de polimerização por adição. Estes monómeros desempenham um papel fundamental na criação da estrutura da matriz orgânica, influenciando diretamente as suas propriedades. (Portela et al., 2010)

Devido à considerável viscosidade dos polímeros, é necessário incorporar diluentes para ajustar a consistência da resina composta a níveis clinicamente aceitáveis, permitindo uma fácil manipulação. O Trietil Glicol Dimetacrilato (TEGDMA) é um dos diluentes mais comuns, caracterizado por um baixo peso molecular e presença de dupla ligação de carbono. São, então, constituintes indispensáveis para melhorar a manipulação clínica do material e aumentar a conversão do monómero, além de melhorar a densidade das ligações, promovendo a mobilidade dos monómeros e radicais durante o processo de fotopolimerização. (Cho et al., 2021)

O Bis-GMA tem uma notável importância por se introduzir nas resinas por meio da mistura de partículas de sílica. As suas propriedades incluem alto peso molecular, elevada viscosidade, baixa flexibilidade e volatilidade. Estas características conferem melhorias significativas nas propriedades mecânicas da resina composta. No entanto, a necessidade de complementá-lo com um monômero de baixa viscosidade, como o TEGDMA, é comum para aprimorar a sua manipulação clínica. (Fernandes et al., 2014)

O TEGDMA, apesar das suas vantagens quanto à viscosidade e manipulação clínica da resina composta, também apresenta desafios, como a contração de polimerização, que pode levar a infiltrações na restauração e ao surgimento frequente de cáries secundárias. (Portela et al., 2010; Alzraikat et al., 2018)

- **Partículas de Carga Inorgânica:**

A matriz inorgânica das resinas compostas é constituída por uma variedade de elementos que possuem propriedades intrínsecas diferentes em relação aos componentes orgânicos, sendo exemplos o vidro de bário, quartzo e silicato de alumínio. (Ferracane, 2010; Silva et al., 2008)

A união dos dois tipos de matrizes tem como objetivo melhorar as propriedades mecânicas e físicas das resinas compostas, conferindo-lhes uma série de características vantajosas. As partículas inorgânicas desempenham um papel multifuncional na resina composta, oferecendo maior resistência, dureza superficial, estética, redução da contração de polimerização e até mesmo propriedades antibacterianas. (Cho et al., 2021; Fernandes et al., 2014)

A ação dessas partículas inorgânicas nas propriedades da resina composta varia, significativamente, com base em fatores como o tipo, tamanho, forma, proporção, dispersão e orientação das partículas e preparação de superfícies, ou seja, consoante o tipo de compósito. Entre as partículas inorgânicas, as de vidro, em particular, as que contêm sílica, são amplamente utilizadas devido à sua força, dureza e alta resistência a produtos químicos, oferecendo excelentes propriedades óticas que permitem uma distribuição otimizada da luz na matriz orgânica e proporcionando flexibilidade na personalização da cor da resina por meio da inclusão de pigmentos. (Yadav et al., 2019)

No entanto, é fundamental considerar a incompatibilidade de certos tipos de partículas inorgânicas, como fibras de carbono e nanotubos de carbono, com as resinas compostas. O uso excessivo de partículas cerâmicas, como zircônia e alumina, pode levar a um desgaste excessivo dos dentes opostos aquando da oclusão, demonstrando a necessidade de equilibrar esses materiais na sua formulação. (Ferracane, 2010)

Deste modo, a interação entre a matriz inorgânica e orgânica é essencial para a obtenção de restaurações dentárias duradouras, esteticamente agradáveis e funcionais.

- Agentes de União:

Os agentes de união são moléculas capazes de unir a matriz de resina e a fase dispersa inorgânica. A ligação permite que as partículas inorgânicas aumentem a resistência do material. Isto ocorre porque a matriz resinosa pode transferir tensões geradas às partículas de carga, que, por terem maior módulo de elasticidade, ou seja, serem mais rígidas, suportam e dissipam melhor tais tensões. (Yadav et al., 2019; Matinlinna et al., 2018)

Normalmente, o agente de união mais utilizado é o silano, unindo as duas fases através de reações químicas. O grupo metoxil da resina hidrolisa, reagindo com o grupo hidroxilo (OH-) da partícula de carga inorgânica. Também, o carbono de dupla ligação do silano reage com o monômero de matriz orgânica. (Matinlinna et al., 2018)

- Iniciadores e Inibidores:

Relativamente aos iniciadores e inibidores, os primeiros são considerados agentes químicos ou físicos que ativam a reação de polimerização. Já os segundos, são capazes de prolongar a vida útil do material, aumentando o tempo de armazenamento, como a hidroquinona, impedindo a formação de subprodutos devido a possíveis reações laterais de polimerização. (Ferracane, 2010)

- Pigmentos:

Por fim, os pigmentos são modificadores óticos usados para imitar a aparência natural do dente. Estes permitem que a cor varie (do amarelo ao cinzento) e, conseqüentemente, a translucidez e opacidade, consoante a quantidade adicionada. (Palin et al., 2018)

A coloração de cada resina é, então, obtida adicionando pigmentos, geralmente óxidos metálicos, como o dióxido de alumínio e o dióxido de titânio. Estes componentes são adicionados para aumentar a opacidade e, retirados para aumentar a translucidez, sendo que uma resina mais escura e opaca precisa ser exposta à luz por mais tempo quando polimerizada, ou deve ser colocada em camadas mais finas para reduzir a passagem de luz. (Ferracane et al., 2011; Palin et al., 2018)

Classificação

Os compósitos classificam-se de acordo com o método de polimerização, o tamanho das partículas e o escoamento dos mesmos.

- Método de Polimerização:

No que se concerne ao método de polimerização, os monómeros são polimerizados graças à reação de adição iniciada por radicais livres que podem ser concebidos por ativação física, química ou dual.

As resinas de ativação física (fotoativadas) distinguem-se por promoverem a polimerização aquando da existência de luz visível (fotopolimerizador e LED), através de fotoiniciadores ativados por uma diquetona. (Abbasi et al., 2018)

Relativamente às resinas quimicamente ativadas, iniciam a sua polimerização pois contém uma pasta base e outra catalisadora que se misturam, ativando o iniciador peróxido de benzoíla pela amina aromática terciária p-toluidina. (Benetti et al., 2015)

Os compósitos de ativação dual caracterizam-se por apresentarem os dois sistemas de ativação, químico e físico.

- Tamanho das Partículas:

Em relação ao tamanho das partículas, as resinas podem-se classificar em macroparticuladas, microparticuladas, híbridas, microhíbridas e nanoparticuladas.

As macroparticuladas possuem um tamanho entre 15 μm e 100 μm , um peso de carga inorgânica entre 70 a 80% (equivalente a 50-60% do volume). Estas partículas foram as primeiras a ser criadas com o objetivo de efetuar restaurações. Contudo, não admitem um bom polimento, não sendo tão utilizadas hoje em dia. (Ferracane, 2010)

As resinas de partículas micrométricas têm tamanho entre 0,01 μm a 0,06 μm , sendo, em média, 0,04 μm . Estas substâncias, ao contrário das anteriores, permitem um bom acabamento e polimento. Dispõem de uma grande quantidade de porções de manchas e de matriz orgânica, e, pequenas quantidades de partículas de carga, diminuindo, por sua vez, a resistência mecânica. Não estão indicadas para restaurações de dentes posteriores, apenas como camada final das faces vestibulares de dentes anteriores. (Cho et al., 2021)

Tendo em conta as resinas híbridas, as suas características são superiores às anteriores. Possuem tamanho entre os 0,6 μm e os 3,0 μm , maior resistência mecânica e um bom acabamento. Apesar de terem um relativo polimento superficial, têm dificuldade em mantê-lo. Estes compósitos são ideais para regiões anteriores e posteriores com pouco exigência estética. (Silva et al., 2008)

Relativamente às microhíbridas, são muito semelhantes às híbridas, diferenciando-se, apenas, na sua maior capacidade de manutenção do polimento e do seu menor tamanho de partícula (entre 0,4 μm e 1,0 μm , em média 0,6 μm). São conhecidas como “universais”, devido à boa combinação de brilho e resistência, sendo indicadas para as regiões posteriores e anteriores. (Malekipour et al., 2012)

Por fim, as resinas partículas nanométricas têm tamanhos compreendidos entre 5 nm a 70 nm. As suas propriedades físicas e mecânicas são idênticas às microhíbridas, porém permitem melhor polimento e retenção do brilho a longo prazo. (Rodklai, 2016)

- Escoamento das Resinas:

Relativamente ao escoamento das resinas, categorizam-se como sendo de alto (*flow*), médio e baixo escoamento.

Os compósitos fluidos (*flowable*) são utilizados como selantes de fissuras devido à sua baixa viscosidade e à sua alta concentração de polimerização. (Rodrigues et al., 2019)

Os materiais de baixo escoamento são resinas de alta viscosidade. Surgiram para solucionar a utilização das resinas compostas na região posterior, causando vários problemas tais como a dureza e sensibilidade pós-operatória. (Demarco et al., 2012)

As resinas de médio escoamento têm uma viscosidade mediana entre as duas referidas anteriormente, apresentando-se nas microparticuladas, microhíbridas e nanoparticuladas. (Ferracane, 2010)

Resinas Compostas *Bulk Fill*

Definição

As resinas compostas *Bulk Fill* têm desempenhado um papel transformador na área da medicina dentária restauradora, proporcionando soluções inovadoras para o desafio recorrente da contração de polimerização.

Segundo alguns autores, estes materiais foram pensados especificamente para superar as dificuldades associadas à contração de polimerização em restaurações dentárias, uma preocupação persistente que afeta tanto a estabilidade clínica quanto a satisfação do paciente (Rodrigues et al., 2021; Abbasi et al., 2018).

Os *Bulk Fill* são uma categoria de compósitos dentários projetados para simplificar e acelerar o processo de restauração. Desta forma, estes materiais foram meticulosamente desenvolvidos com o objetivo de superar as limitações das resinas compostas convencionais, melhorando as suas propriedades físicas e mecânicas, permitindo um preenchimento mais rápido das cavidades e com camadas mais espessas - até 5 a 6 mm de diâmetro. No que se refere à fotopolimerização, esta não utiliza a técnica incremental, mas apresenta intensidade e tempo idênticos às convencionais (20 a 40 segundos). (Chesterman et al., 2017; Loguercio et al., 2019)

Uma das características distintivas das Resinas *Bulk Fill* é a sua maior profundidade de polimerização, que permite uma maior eficiência, mesmo em camadas mais profundas. Ou seja, a formulação química foi alterada para se verificar a manutenção da taxa normal de polimerização, visto que as partículas de carga inorgânica diminuem a contração de polimerização e permitem que, através da adição de resina composta, haja um aumento mais lento do módulo de elasticidade durante a polimerização. Esta característica é alcançada por meio da maior translucidez, permitindo que a luz da polimerização dentária penetre mais profundamente no material. Esta especificidade veio contornar o problema relativo à técnica incremental em que havia a possibilidade da criação de bolhas de ar ou detritos entre as camadas, que levava a uma maior taxa de falhas adesivas entre os incrementos e obrigava à fotopolimerização de cada incremento. (Han et al., 2016)

Contudo, este tipo de material restaurador tem algumas desvantagens, tais como o aumento de translucidez que, conseqüentemente, prejudica o resultado estético das restaurações. (Han et al., 2016)

Em suma, as resinas *Bulk Fill* representam um avanço transformador ao nível da medicina dentária, redefinindo a abordagem das restaurações dentárias, permitindo uma aplicação eficiente numa única camada em cavidades mais profundas. Abraçar esta tecnologia é fundamental para garantir que os profissionais forneçam aos seus pacientes os cuidados mais avançados e eficientes disponíveis no campo da dentisteria restauradora moderna. As suas propriedades tornam as restaurações prolongadas devido à aproximação à resistência mecânica do esmalte e da dentina.

Classificação

Os compósitos dentários *Bulk Fill* classificam-se de acordo com a sua viscosidade, sendo divididos em duas categorias: resinas de alta viscosidade (regular) e de resinas de baixa viscosidade (fluídas). (Chesterman et al., 2017)

As resinas de alta viscosidade (regulares) caracterizam-se por possuírem uma grande quantidade de carga inorgânica, tornando-as mais resistentes, mais facilmente esculpíveis e com uma menor contração de polimerização. Estas resinas regulares têm como indicação clínica cavidades extensas e profundas (classe I e II), dentes com tratamento endodôntico (núcleo de preenchimento), e em alguns casos de odontopediatria e odontogeriatrics devido à rapidez do tratamento. (Abbasi et al., 2019; Garcia et al., 2014)

Relativamente às resinas de baixa viscosidade (fluídas), contrariamente às resinas regulares, estas possuem menor quantidade de carga inorgânica, proporcionando uma melhor adaptação (menor criação de gaps e bolhas), menor resistência à compressão e ao desgaste, e um aumento da profundidade de polimerização. As suas aplicações clínicas consistem no tratamento endodôntico (núcleo de preenchimento) e nas bases de restaurações extensas e profundas (classe I e II). Contudo, nas faces oclusais e interproximais, é indispensável o recurso de uma camada adicional de uma resina com maior viscosidade. (Chesterman et al., 2017; Thongbai-On et al., 2019; Kim et al., 2015)

Composição

Os materiais de resinas *Bulk Fill* são uma classe de compósitos dentários planeados, especificamente, para simplificar e acelerar o processo de restauração, abordando as limitações dos materiais dentários convencionais. No centro destes materiais está uma mistura de constituintes-chave, cuidadosamente, concebidos para otimizar as suas propriedades físicas e mecânicas, garantindo o sucesso em várias aplicações clínicas.

Os compósitos *Bulk Fill* apresentam uma matriz orgânica ligada às partículas de cargas inorgânicas por agentes de ligação, de modo a melhorar as propriedades mecânicas das resinas. Esta matriz é, ainda, constituída por monômeros dimetacrilatos, fotoiniciadores, estabilizadores e inibidores. (Benetti et al., 2015)

- Matriz Orgânica:

A matriz orgânica das resinas *Bulk Fill* é uma mistura complexa de compostos resinosos formulados especificamente para oferecer uma combinação única de propriedades físicas essenciais para restaurações dentárias eficientes e de longa duração. Desempenha a função de suporte destes materiais, e a sua composição é uma combinação cuidadosamente elaborada de monômeros dimetacrilatos, fotoiniciadores, estabilizadores e inibidores, desenvolvida para colmatar as limitações dos compósitos dentários tradicionais.

No cerne da matriz orgânica estão incorporados variados monómeros dimetacrilatos, como uretano dimetacrilato (UDMA), bisfenol Etoxilado Dimetacrilato (Bis-EMA), bis-metacriloxi Fenil-Propano (Bis-MA) e outros como bisfenol A-glicidil metacrilato (Bis-GMA) que se assemelham às resinas compostas convencionais. Estes monómeros desempenham um papel fundamental na determinação da viscosidade da matriz, flexibilidade e características de manipulação do material. Deste modo, a escolha de cada monómero é importante para regular fatores como contração, resistência e durabilidade, garantindo que o material possa ser eficientemente aplicado e polimerizado em ambientes clínicos. (Demarco et al., 2012)

A junção dos compostos da matriz orgânica com as partículas de carga inorgânica melhoram a radiopacidade, propriedades mecânicas e resistência ao desgaste das resinas. Juntos, criam um material equilibrado que oferece durabilidade e resistência, permitindo um manuseio e polimerização eficientes. (Bacchi et al., 2014)

- Fase Dispersa:

A fase dispersa consiste numa combinação de partículas de carga inorgânica cuidadosamente escolhidas para aprimorar as propriedades do material. Estas partículas são, frequentemente, compostas por materiais como dióxido de silício, vidro de bário ou vidro de estrôncio, e, desempenham um papel fundamental na influência das características físicas do material. (Boaro et al., 2019)

Desta forma, estas partículas aumentam, significativamente, a resistência mecânica e a resistência ao desgaste do material, garantindo que a restauração dentária possa suportar as tensões da função oral diária. Também, asseguram a eficiência e durabilidade da restauração, uma vez que ajudam a controlar a taxa e a profundidade da polimerização. Ainda, melhoram a radiopacidade do material, permitindo uma identificação fácil nas imagens radiográficas. (Alshali et al., 2013)

- Agentes de União:

Os agentes de união, também conhecidos como agentes de acoplamento, têm como principal objetivo facilitar a adesão entre o material e a superfície dentária. Ao nível da sua composição são, frequentemente, moléculas que possuem regiões hidrofílicas e hidrofóbicas, tornando-os especialmente adequados para aderir tanto à estrutura dentária como à resina composta. À semelhança das resinas compostas convencionais, o agente de união mais utilizado é o silano. As suas moléculas constituintes permitem a união entre as fases orgânicas e inorgânicas. A ligação ocorre através de reações químicas, quando o grupo metoxil da resina hidrolisa com o grupo hidroxilo (OH-) da partícula de carga inorgânica e o carbono de dupla ligação do silano reage com o monómero de matriz orgânica. (Matinlinna et al., 2018)

- Iniciadores e Ativadores:

As resinas de incrementação única, assim como as convencionais, apresentam diversos fotoiniciadores incorporados dentro da matriz orgânica. Estes fotoiniciadores são compostos fotossensíveis que respondem às faixas de comprimento de onda da luz emitida por fotopolimerizadores. Quando expostos a esta luz, desencadeiam a reação de polimerização, permitindo que o material endureça de maneira eficiente. Esta propriedade é fundamental para o clínico, pois permite o controle preciso do endurecimento do material durante procedimentos restauradores. (Chesterman et al., 2017)

Deste modo, o sistema de fotopolimerização tem uma substância fotossensível, um iniciador e um ativador. É, então, composto por diversos fotoiniciadores altamente reativos tais como a ivocerina (mais reativo), fenilpropandiona, lucerina e canforoquinona. (Benetti et al., 2015)

- Inibidores de polimerização:

Os inibidores de polimerização são essenciais para ajudar a regular o processo de polimerização durante a aplicação do material, facilitando sua manipulação e garantindo uma polimerização adequada, ou seja, evitam que as resinas compostas polimerizem espontaneamente durante o seu armazenamento. Como exemplos de inibidores de polimerização, referem-se os derivados de fenol, hidroquinona, éter monometílico de hidroquinona e BHT (2, 4, 6- tritercia-butilfenol). (Abbasi et al., 2018; Chesterman et al., 2017)

Vantagens e Desvantagens

A dentisteria restauradora está em constante evolução, sendo que o conceito de resinas *Bulk Fill* surgiu como uma força transformadora, visto que estes materiais oferecem uma série promissora de vantagens e capacidades inovadoras, reformulando a maneira como os profissionais dentários abordam os procedimentos restauradores. Contudo, existem também algumas desvantagens que necessitam de atenção. (Chesterman et al., 2017; Han et al., 2016)

Uma das vantagens marcantes dos compósitos *Bulk Fill* é a alta microdureza superficial, comparável à da dentina e do esmalte. Este atributo confere uma baixa taxa de desgaste, aumentando a longevidade das restaurações dentárias e permitindo que resistam às demandas da função oral diária. Também, os fotoiniciadores, em particular, respondem à luz emitida pelos fotopolimerizadores, facilitando o controle preciso do processo de polimerização. (Boaro et al., 2019)

Além disso, a incorporação de materiais de resinas *Bulk Fill* simplifica o processo de restauração, reduzindo o tempo na cadeira para os pacientes e aumentando a eficiência global. Ao eliminar a necessidade de camadas incrementais complexas, esses materiais

simplificam o procedimento e resultam numa economia significativa de tempo. (Han et al., 2016)

No entanto, é importante observar que a sensibilidade à degradação é mais pronunciada nos materiais de *Bulk Fill* de baixa viscosidade devido à sua menor proporção de cargas minerais. Portanto, esses materiais exigem cobertura com uma camada oclusal de resina composta convencional. Também, a alta translucidez facilita uma maior profundidade de polimerização, porém, a sua opacidade, diferente dos dentes naturais, pode afetar a sua atratividade estética. Estas considerações são fundamentais para escolher o material apropriado para um caso clínico específico. (Garcia et al., 2014; Kim et al., 2015)

III. Soluções

Saliva Artificial

A saliva desempenha um papel fundamental na nossa saúde oral e digestão, mas a sua importância vai além das suas funções diárias. No âmbito da investigação, o surgimento da "saliva artificial" tornou-se um recurso vital, permitindo aos investigadores explorar uma vasta gama de questões relacionadas com a saúde oral, a perceção do gosto e o campo mais amplo da biologia. (Taqa et al., 2019)

Nesta investigação, a saliva artificial foi importante para imitar as condições da cavidade oral.

A saliva natural é um fluido complexo, composto por água, eletrólitos, enzimas e proteínas, todos essenciais para manter a saúde oral e facilitar as etapas iniciais da digestão, variando de indivíduo para indivíduo. (Hensels et al., 2019)

Deste modo, como a saliva artificial é uma solução meticulosamente formulada projetada para imitar as propriedades da saliva natural o mais fielmente possível, a mesma é utilizada como uma condição de controle neutra, oferecendo várias vantagens no campo da investigação.

Consistência, é uma das vantagens que a saliva artificial garante nas condições experimentais. Ao contrário da saliva natural, que pode variar em composição e quantidade entre os indivíduos e até mesmo ao longo do dia, a saliva artificial permanece uniforme, reduzindo potenciais fontes de variabilidade nas pesquisas. (Polonczyk et al., 2017)

Também, é possível calibrar as propriedades da saliva artificial para corresponder às necessidades específicas da investigação, como níveis de pH, concentrações de eletrólitos e viscosidade. Esta personalização permite ajustar a experiência para abordar perguntas de pesquisa específicas. (Muszynska et al., 2017)

Em estudos com seres humanos, o uso de saliva artificial como controle elimina a necessidade dos participantes produzirem grandes quantidades de saliva. Isto pode ser particularmente importante em estudos envolvendo populações sensíveis, como indivíduos com certas condições médicas ou deficiências. (Hensels et al., 2019)

Ainda, a saliva artificial serve como ponto de referência padronizado para comparar estímulos gustativos, tornando mais fácil detetar pequenas diferenças na perceção do gosto. Esta padronização é crucial para resultados confiáveis e reproduzíveis. (Taqa et al., 2019)

Assim, a saliva artificial desempenha um papel fundamental na pesquisa sobre saúde oral, na medida em que é utilizada para simular condições dentro da cavidade oral, permitindo-lhes explorar os efeitos de diferentes substâncias nos dentes, gengivas e tecidos orais. Ou seja, é relevante em estudos relacionados com materiais dentários, produtos de higiene oral e o desenvolvimento de tratamentos para condições como a xerostomia.

Colutórios Oraís

Os colutórios orais têm como objetivo complementar a higiene oral, apresentando-se sob a forma de solução. (Khosravi et al., 2015)

Desta forma, estes colutórios continham na sua composição vários componentes antimicrobianos capazes de diminuir o biofilme microbiano, como é o caso dos óleos essenciais, cloreto de cetilpiridínio ou digluconato de clorexidina.

A clorexidina, nome pelo qual é mais conhecido, é uma solução antisséptica e desinfetante, eficaz contra uma ampla gama de microrganismos, incluindo bactérias e fungos, constituintes da placa bacteriana. (Çelik et al., 2020)

Atualmente, é a solução mais utilizada para auxiliar a higiene oral da maioria das populações, permitindo um maior controle e prevenção de lesões de cárie e da doença periodontal, uma vez que consegue remover placa bacteriana de locais de difíceis acessos e impossibilitados pelos métodos mecânicos. (Jyothi et al., 2012)

As concentrações de clorexidina que, normalmente, são prescritas pelos médicos dentistas são de 0,12% e 0,20%, dependendo da aplicação específica e da finalidade pretendida. Regra geral, é indicado bochechar 15 ml durante 1 minuto, duas vezes ao dia, por um período até 14 dias. Contudo, devem ser utilizados com precaução, pois as bactérias patogênicas e não patogênicas são destruídas simultaneamente pela atividade bactericida (altas concentrações) e bacteriostática (baixas concentrações), causando um desequilíbrio na flora bucal. (Sampaio et al., 2020)

Concluindo, a clorexidina é um componente vital da maior parte dos elixires, principalmente devido às suas propriedades antimicrobianas e eficácia na promoção da saúde oral. É, então, comumente usada para controlar a placa bacteriana, a doença periodontal e agir como medida preventiva contra infecções orais. Quando usada conforme as instruções, contribui, seguramente, para a manutenção e prevenção de problemas de saúde oral.

IV. Efeito dos Colutórios sobre as Resinas Compostas

A clorexidina é um composto com amplo espectro antimicrobiano, capaz de combater os microrganismos gram-negativos e gram-positivos, classificado numa bisbiguanida catiónica. (Khosravi et al., 2015)

Tal acontece, por consequência da entrada da clorexidina no meio intracelular. A molécula catiónica da clorexidina interage com a parede celular da bactéria (aniónica), levando a um desequilíbrio osmótico e consequente morte bacteriana. (Sampaio et al., 2020)

Adicionalmente, é necessário referir que o seu uso prolongado pode causar efeitos adversos, consoante a atividade bactericida e bacteriostática. De entre várias reações, estas soluções causam manchas e escurecimento nos dentes, restaurações e língua, bem como alterações do paladar e ardor na cavidade oral. (Çelik et al., 2020)

Deste modo, as restaurações dentárias são as que mais sofrem com esta coloração, visto que apesar das vantagens dos materiais compostos, a quebra de ligações químicas devido aos monómeros não reagidos com a perda de dureza, resulta num aumento da solubilidade do material, o que é definido como sorção. (Brandt et al., 2008)

Este fenómeno consiste na absorção de humidade manifestada pelo ganho de peso do material, que é produzido pela infiltração de saliva, alimentos, bebidas, líquidos ou até mesmo colutórios. Após a penetração da humidade, é iniciada a degradação do material. Deste modo, a absorção de água está intimamente ligada à degradação da estrutura orgânica do compósito, resultando na modificação das propriedades físicas e mecânicas, incluindo a dureza e a rugosidade superficial da resina, assim como na alteração de suas características óticas. (Taiseer et al., 2020; Trauth et al., 2012)

As mudanças nas características óticas das resinas compostas refletem-se na alteração da cor. Esta alteração pode ocorrer devido a fatores intrínsecos ou extrínsecos. A pigmentação intrínseca envolve modificações na estabilidade química da matriz da resina e na interface entre a matriz e as partículas inorgânicas, ao passo que a pigmentação extrínseca está associada à absorção de pigmentos oriundos de fontes externas, como a ingestão de alimentos, o tabaco e produtos de higiene oral. No entanto, a suscetibilidade à descoloração varia conforme a capacidade de absorção de água da resina e a hidrofília da matriz da resina. (Sulaiman et al., 2020)

Assim sendo, o grau de sorção e solubilidade pode influenciar a integridade, biocompatibilidade, aparência estética e propriedades mecânicas e superficiais do material. (Alshali et al., 2015)

A resistência à degradação de materiais dentários no ambiente oral tem um grande efeito sobre a longevidade e o sucesso clínico. Os colutórios orais são usados como métodos mecânicos para manter a boa higiene oral. A formulação dos colutórios geralmente consiste em água, agentes antimicrobianos, sais e, em alguns casos, álcool e as diferentes concentrações dessas substâncias podem afetar o pH dos colutórios. À medida que os

colutórios orais diminuem o pH oral, a sorção e a solubilidade das hemácias aumentam, o que causa degradação superficial e amolecimento. (Alzraikat et al., 2018; Jyothi et al., 2012)

Em suma, as propriedades superficiais da restauração são importantes para as propriedades estéticas, o conforto do paciente e a vida útil do material.

V. Cor

A cor é uma representação subjetiva da luz visível, percebida pelo olho humano, sendo considerada uma sensação e não uma entidade física e, estando intrinsecamente ligada ao espectro de luz visível. (Sikiri, 2010)

Este espectro, de uma forma geral, abrange comprimentos de onda de 380 a 780 nanômetros, representando os que são perceptíveis pelo olho humano. Deste modo, o espectro eletromagnético é uma composição de ambos os espectros, o visível e o invisível. A parte referente ao espectro eletromagnético invisível engloba as ondas rádio, microondas, infravermelho (IR), ultravioleta (UV), raios-X e raios gama. (Lopes, 2003)

No que toca à luz, nesta inserem-se diversos fenómenos tais como reflexão, transmissão, absorção, dispersão ou refração, ou até uma junção dos mesmos. Os comprimentos de onda da luz que são refletidos compõem a cor percebida, por exemplo, se toda a luz passar através de um objeto, parecerá transparente. Por outro lado, se um objeto reflete toda a luz, aparecerá com a cor branca; porém, se absorver toda a luz, parecerá preto, resultando num objeto opaco. (Lopes, 2003; Ribeiro et al., 2019)

Assim sendo, podemos afirmar que o olho humano é considerado um portal por meio do qual se encontra um mundo cheio de cores vibrantes e de diferentes tonalidades. (Ribeiro et al., 2019)

Por conseguinte, no campo da medicina dentária, as propriedades da cor estão intimamente ligadas aos dentes e aos tecidos orais adjacentes. A perceção da cor na cavidade oral é influenciada por vários fatores, incluindo a cor natural dos dentes, as condições de iluminação e a subjetividade individual. Esta interação de elementos forma a base para o diagnóstico de condições como cáries dentárias, defeitos no esmalte e descoloração dos dentes. (Witzel et al., 2021; Sikiri, 2010)

Portanto, assenta-se que os dentes refletem determinados comprimentos de onda do espectro visível de cores, não possuindo cor própria. Tendo em conta que existem sete cores primárias, sendo elas o vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta, quando estas se misturam obtém-se uma diversidade de cores secundárias, o que torna a caracterização das cores complexa e desafiadora. (Witzel et al., 2021)

Desta forma, as propriedades da cor desempenham um papel crucial no domínio da dentisteria restauradora, onde os dentistas utilizam diversos materiais para realizar procedimentos como restaurações, coroas e facetas; e, em que a busca de resultados esteticamente agradáveis, enquanto mantém a aparência natural, é possível por meio de uma conjugação precisa de quatro parâmetros essenciais: posição, contorno, textura e cor. (Lopes, 2003)

De acordo com o sistema de Munsell, a cor, neste contexto, é constituída por seguintes parâmetros: matiz, valor (ou brilho) e croma. Ao determinar a cor através deste sistema, inicialmente é indicado o valor, depois o croma e por fim o matiz, uma vez que resulta da combinação dos anteriores. (Johnston, 2009)

Relativamente à percepção e aceitação da cor, foram estabelecidas duas categorias de diferenciação de cor no olho humano: quantitativa, que se relaciona a diferenças no valor e/ou croma e, qualitativa, caracterizada pelas diferenças de matiz. Neste contexto, os limites foram determinados com base na interação e variação das três propriedades de cor primárias. (Lopes, 2003; Luís, 2021)

O matiz é um fator capaz de perceber a cor, representado na faixa principal de comprimentos de onda no espectro de luz visível, permitindo a distinção de grupos de cores diferentes. Este parâmetro é descrito na *Escala Vita Classic* por letras como A, B, C ou D, envolvendo uma análise fisiológica e psicológica da combinação de comprimentos de onda. (Luís, 2021)

O valor mede a quantidade de luz refletida por um objeto. Segundo Munsell, os valores seriam interpretados por meio de uma escala cinza, variando do branco ao preto. Deste modo, objetos mais brilhantes têm valores mais altos, ao passo que objetos com valores mais baixos não possuem tanto brilho. Ao diminuir o valor, há uma consequente diminuição na quantidade de luz refletida pelo objeto iluminado, com a luz restante sendo absorvida ou dispersa. (Luís, 2021; Johnston, 2009)

O croma representa a saturação, intensidade ou força do matiz (grau de saturação da cor). À medida que este aumenta, o valor diminui, com uma correspondência consistente entre estes dois elementos. O aumento do croma na *Escala Vita Classic* coincide com o aumento da numeração. (Luís, 2021)

Normalmente, para se verificar alguma diferença de cor, ocorrem variações simultâneas no valor, croma e matiz, uma vez que há ligação entre estes parâmetros, dando origem a potenciais interações entre eles. (Poggio et al., 2017)

É crucial observar que no matiz e no croma podem ocorrer diversas pigmentações externas e consequente modificações, contrariamente ao que se sucede com o valor, em que não se verifica nenhuma alteração relativamente aos materiais restauradores. (Luís, 2021)

Além das propriedades primárias da cor, uma série de propriedades secundárias desempenham um papel significativo. Estas propriedades incluem a translucidez, opacidade, fluorescência e metamerismo. (Schroeder et al., 2019)

A translucidez é quantificada como uma medida de translucidez relativa e avaliada comparando a diferença de cor de um material quando colocado sobre fundos preto e branco, ou seja, sendo definida como a representação de um estado intermediário entre transparência e opacidade, quantificando a luz que atravessa um material. Medições precisas requerem um espectrofotômetro, usado na mesma área do objeto, garantindo espessura uniforme. O valor de translucidez é zero para materiais completamente opacos e aumenta à medida que a translucidez se intensifica. O excesso de translucidez em materiais restauradores contribui para um resultado ótico artificial. (Sulaiman et al., 2020)

Neste enquadramento, após o término da polimerização, a translucidez aumenta devido a variações no índice de refração dos monómeros. Medir a translucidez corretamente exige uma superfície plana, uma vez que a cor e a reflexão podem ser alteradas em superfícies

irregulares. Diferentes comprimentos de onda de luz exibem diferentes graus de translucidez ao atravessar materiais dentários. (Sulaiman et al., 2020)

Através da difusão dos comprimentos de onda existentes na luz visível, caracteriza-se pela opacidade, onde se obtém um material de cor diferenciada quando a luz é refletida através dele, em oposição de quando é transmitida. Dependendo da reflexão e da transmissão de cor, a opacidade proporciona o aparecimento de cores nas regiões do azul, laranja e castanho. Tal significa que a translucidez e a opacidade têm um papel importante ao nível da estética, principalmente ao reproduzir a aparência natural dos dentes. (Pérez et al., 2022)

A fluorescência, por outro lado, no contexto da medicina dentária, através de um comprimento de onda mais longo, reflete a luz inserida num objeto, logo após a sua absorção. Tal ocorre aquando da absorção e emissão de um primeiro e segundo fóton, respetivamente, em que o segundo apresente energia igual ou inferior à do primeiro. Assim, é possível referir que, em conjunto com outros comprimentos de onda, a região do azul tem a capacidade de absorver e emitir a luz ambiente na região do espectro ultravioleta. (Malekipour et al., 2012)

O metamerismo caracteriza-se pela semelhança de duas cores quando sujeitas a um certo estado de iluminação, embora possuam reflexões diferentes no espectro de luz. Caso haja uma avaliação das amostras em diferentes posições de iluminação, é possível evitar que, durante a seleção da cor, este fenómeno ocorra. (Sikiri., 2010)

Resumindo, as propriedades de cor na área da medicina dentária vão além da estética, aprofundando no cerne da saúde oral e da dentisteria restauradora. Compreender a delicada relação entre essas propriedades é essencial para os profissionais fornecerem cuidados abrangentes centrados no paciente e para alcançar resultados funcionais e esteticamente agradáveis.

VI. Aparelhos e Sistemas de Medição de Cor

A importância da cor no campo da dentisteria vai além da estética, tornando-se uma consideração crítica em procedimentos restauradores e pesquisas. A seleção da cor certa para restaurações dentárias pode ser desafiadora devido à natureza subjetiva da avaliação visual e à influência das condições de iluminação circundantes. Para lidar com estes desafios, foram desenvolvidos dispositivos eletrônicos para análise de cor. (Lopes, 2003)

A natureza subjetiva da avaliação visual introduz várias variáveis, incluindo a posição do observador e do objeto em relação à iluminação, a cor da luz usada, metamerismo, fadiga do observador e estado emocional. Métodos tradicionais para selecionar cores na prática clínica frequentemente dependem da comparação visual usando escalas de cores convencionais. No entanto, devido à limitação do número de cores da escala e à avaliação visual de caráter subjetivo, este procedimento torna-se menos exequível. Por outro lado, dispositivos de medição de cor oferecem uma abordagem mais quantitativa e objetiva, aprimorando a comunicação entre médicos dentistas e o laboratório de prótese dentária. (Sikiri, 2010)

Os dispositivos de medição de cor incluem variados equipamentos tais como o espectrofotômetro e o colorímetro. O espectrofotômetro determina dados equiparados a escalas de cores, com o objetivo de serem interpretados pelos profissionais. Este aparelho, em intervalos de 1 a 25 nm do espectro visível, consegue quantificar a luz/energia refletida, através dos seus constituintes: fonte de radiação ótica, meio de dispersão de luz, sistema de medição ótica, detetor e um meio de converter a luz num sinal que pode ser analisado. (Dias, 2016)

Assim, o espectrofotômetro aplicado no presente estudo foi o *SpectroShade™ Micro* (MHT Medical High Technologies, Verona, Itália), que é um dos mais utilizados no campo da medicina dentária. Este dispositivo incorpora um espectrofotômetro LED e uma câmara digital, bem como um computador interno com *software* analítico especializado. Em comparação com outros dispositivos e técnicas de avaliação de cor usadas neste campo, este equipamento destaca-se por oferecer maior precisão na medição de valores. Também, é valioso para os profissionais que procuram resultados precisos e confiáveis na correspondência de cores em restaurações dentárias e tratamentos estéticos. (Lazar et al., 2019; Poggio et al., 2017)

De acordo com a *Commission Internationale de L'Eclairage (CIE)*, o sistema de cor *CIE L*a*b** consiste na determinação da cor tridimensional, sendo amplamente utilizado em investigações no ramo da dentisteria operatória. Este deteta pequenas variações de cor, visto que oferece vantagens como sensibilidade, estabilidade e objetividade. O sistema caracteriza, segundo Munsell, a cor por meio de três especificações: "L" para brilho, "a" para o eixo vermelho (valor positivo) - verde (valor negativo) e "b" para o eixo amarelo (valor positivo) - azul (valor negativo) no espaço de cores. "L" simboliza o valor, variando de 0 (preto) a 100 (branco), com valores mais altos indicando maior brilho. "a" e "b" representam o croma. (Khosravi et al., 2016)

As diferenças de cor são comumente expressas como ΔE (Delta E) e são calculadas usando a fórmula: $\Delta E = ([\Delta L]^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$. Se ΔE for zero, não há variação de

cor, o que indica estabilidade cromática. No entanto, o olho humano pode não detectar diferenças de cor com tanta precisão, tornando desafiador estabelecer valores de ΔE universalmente aceitáveis para a aceitação clínica. (Johnston, 2009; Poggio et al., 2017)

A pesquisa de cor ao nível desta área, frequentemente, gira em torno dos limiares de diferença de cor, sendo dois parâmetros críticos: o limiar de perceptibilidade e o limiar de aceitação. Estes parâmetros visam padronizar a qualidade de materiais dentários, avaliar o seu desempenho clínico e alinhar resultados de pesquisas. No entanto, discrepâncias surgem devido a variações no número de observadores, condições de teste, métodos e diferenças entre as áreas observadas pelo operador e as áreas medidas pelo instrumento. (Pérez et al., 2022)

Perante uma análise atenta da literatura, conseguimos perceber que a determinação do limite para a aceitação de cor ainda é um tema atualmente, muito controverso. Existe uma discrepância entre os valores sugeridos para o ΔE , aceitando se intervalos compreendidos entre $1.8 \leq \Delta E \leq 3.3$, $3.3 < \Delta E < 3.7$ ou $\Delta E > 3.7$. Assim conseguimos averiguar que $\Delta E = 1$ é um limite aceitável, enquanto $\Delta E = 3.7$ significa uma diferença de cor perceptível. (Khosravi et al., 2016; Schroeder et al., 2019; Chittem et al., 2017; Yikilgan et al., 2019)

Enquanto a pesquisa de cor na Medicina Dentária continua a evoluir, esses limiares de diferença de cor oferecem orientações valiosas, permitindo uma avaliação de cor mais precisa e padronizada em restaurações dentárias e em empreendimentos de pesquisa.

II. OBJETIVOS

O objetivo desta investigação foi avaliar a suscetibilidade de variação de cor, através do sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$, entre uma resina composta microhíbrida convencional e uma resina composta *Bulk Fill* quando imersas em soluções de clorexidina de diferentes concentrações durante um período de 14 dias.

III. HIPÓTESES DE ESTUDO

Hipóteses Nulas

H0.1 – A utilização de colutórios com clorexidina não influencia a estabilidade da cor das resinas compostas após um período de 14 dias.

H0.2 – A concentração de clorexidina no colutório utilizado durante 14 dias não influencia a cor das resinas compostas.

H0.3 – A utilização de colutórios com clorexidina durante 14 dias não influencia a estabilidade de cor das resinas compostas convencionais microhíbridadas.

H0.4 – A utilização de colutórios com clorexidina durante 14 dias não influencia a estabilidade de cor das resinas compostas *Bulk Fill*.

Hipóteses Alternativas

H1.1 – A utilização de colutórios com clorexidina influencia a estabilidade da cor das resinas compostas após um período de 14 dias.

H1.2 – A concentração de clorexidina no colutório utilizado durante 14 dias não influencia a cor das resinas compostas.

H1.3 – A utilização de colutórios com clorexidina não influencia a estabilidade de cor das resinas compostas convencionais microhíbridadas.

H1.4 – A utilização de colutórios com clorexidina não influencia a estabilidade de cor das resinas compostas *Bulk Fill*.

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

I. Materiais

Os materiais utilizados nesta investigação laboratorial estão expressos na tabela 1.

Tabela 1 - Materiais e fornecedores utilizados nesta investigação laboratorial

Material	Fornecedor
Porcelain Sampler	Smile Line - Saint-Imier, Switzerland
Radiómetro “Curing Radiometer Model 100”_	Demetron Research Corporation - Danbury, USA (nº de série: 115651)
Fotopolimerizador “Coxo Dental DB-686-1B”	Foshan COXO Medical Instrument Co., Ltd – China
Estufa de Incubação Memmert INE 400	Memmert, Germany
Espectrofotómetro Spectro-Shade™ Micro	MHT - Verona, Itália
Agimatic-N	JP Selecta™ - Barcelona, Spain
Resina Composta “Llis EA2 - FGM”	Dentscare Ltda - Brasil
Resina Composta “Opus Bulk Fill APS - FGM”	Dentscare Ltda - Brasil
Solução de Saliva Artificial	Laboratório de Microbiologia Aplicada Egas Moniz, Monte da Caparica, Almada, Portugal
Solução de Clorexidina 0,12%	Pierre Fabre Dermo-Cosmétique Portugal, Lda
Solução de Clorexidina 0,20%	Pierre Fabre Dermo-Cosmétique Portugal, Lda
Álcool Etilico a 70%	Levigal - Anadia, Aveiro, Portugal

II. Metodologia

Foram preparadas um total de 36 amostras, 18 discos de cada resina composta (convencional microhíbrida e *Bulk Fill*) com medidas padronizadas de 10 mm de diâmetro e 2mm de espessura.

As amostras de cada resina composta foram distribuídas aleatoriamente pelos 3 grupos experimentais, 6 discos (n=6), tal como representado na figura 1 (esquema de confecção dos discos das resinas compostas diferentes).

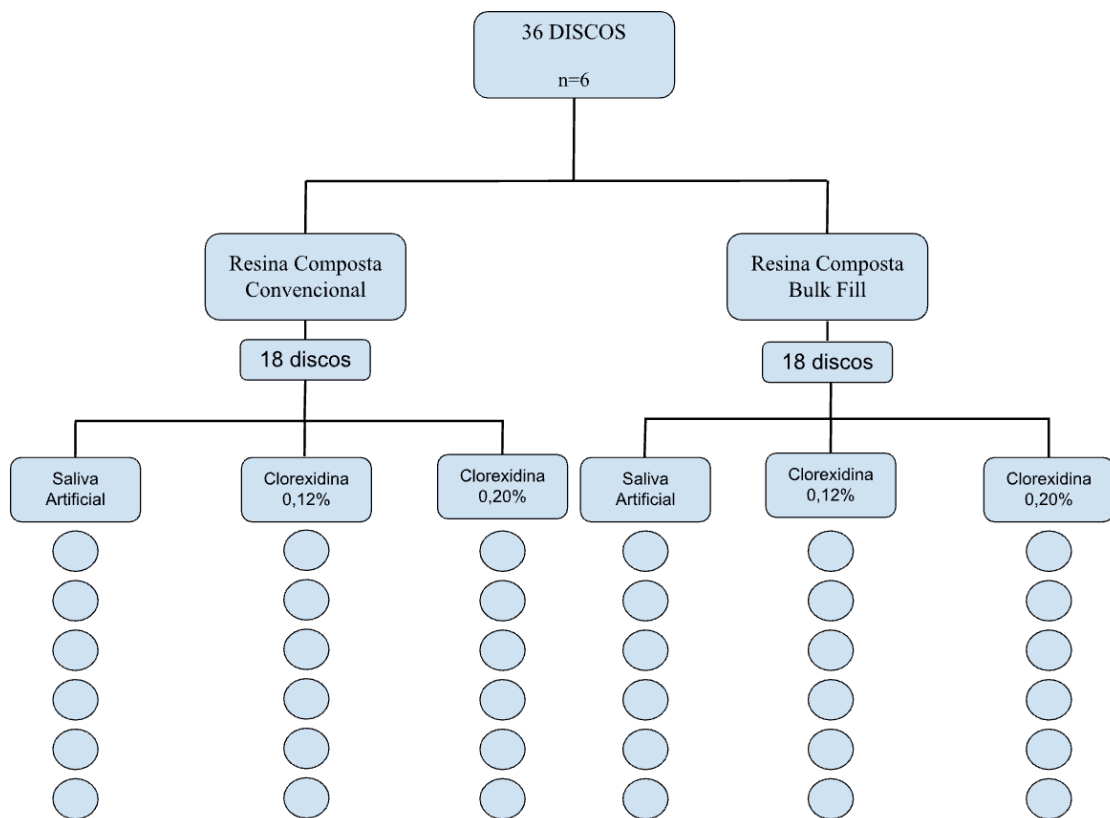


Figura 1 - Esquema de confecção dos discos das diferentes resinas compostas distribuídas pelas diferentes soluções

Os 18 discos de cada resina composta foram confeccionados a partir de um molde de aço inoxidável com as medidas 10 mm de diâmetro por 2 mm de espessura.

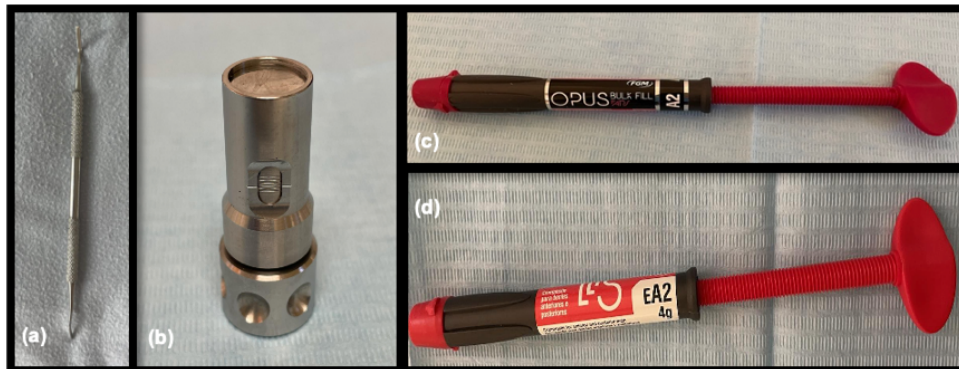


Figura 2 - Materiais utilizados na confecção dos discos das diferentes resinas compostas: (a) Espátula Angulada; (b) Porcelain Sampler; (c) Resina Composta “Opus Bulk Fill APS - FGM”; (d) Resina Composta “Llis EA2 - FGM”

Para cada disco foi colocada a respectiva resina composta no molde com a ajuda de uma espátula angulada (figura 2), seguidamente, foi compactada com ajuda de uma película de acetato e uma placa de vidro por cima da resina contida no *Porcelain Sampler* (como demonstra a figura 3), durante 30 segundos, com o objetivo de obter uma superfície lisa e uniforme, e o eventual extravasamento de excesso de resina composta. (Tanthanuch et al., 2016)

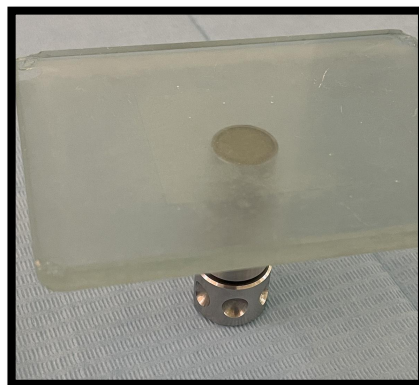


Figura 3 - Pressão efetuada às amostras de resina composta aquando da sua confecção

Posteriormente, a placa de vidro foi retirada e fotopolimerizaram-se os discos de resina através da película de acetato (figura 4) perpendicular à superfície e consoante as instruções de cada fabricante - resina composta convencional microhíbrida durante 20 segundos e resina *Bulk Fill* durante 40 segundos. (Malekipour et al., 2012)

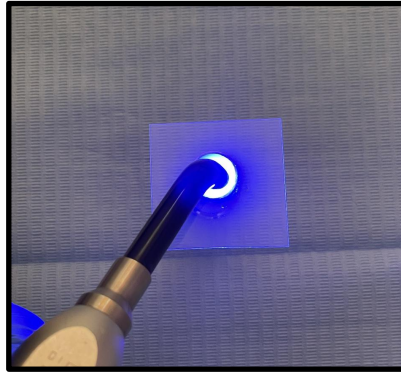


Figura 4 - Fotopolimerização das espécimes

O fotopolimerizador, foi verificado através de um radiômetro a cada 5 utilizações, pelo que se pode afirmar que a potência apresentada foi superior aos 900 mW/cm², como representado pela figura 5.



Figura 5 - Verificação da potência do fotopolimerizador através de um radiômetro

Também, para evitar contaminações, após cada utilização, o fotopolimerizador e o *Porcelain Sampler* foram higienizados com álcool a 70%. Em seguida, os discos foram retirados, removidos os excessos e reservados.

Desta forma, conforme apresentado nas figuras 6 e 7, as amostras apresentavam-se idênticas, tendo surgido a necessidade de identificá-las e numerá-las consoante o grupo experimental a que pertenciam, sendo, depois, possível distingui-las e identificar as faces que seriam sujeitas à medição de cor (consoante o esquema da tabela 2).

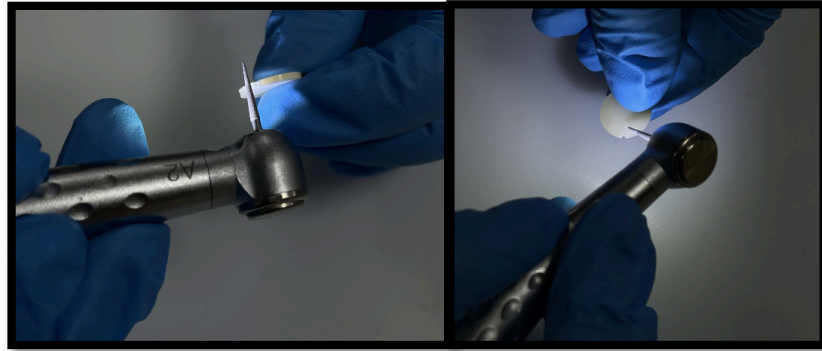


Figura 6 - Identificação e Numeração das amostras

Tabela 2 - Esquema para distinção dos discos de resina

Grupos Experimentais	Resinas Compostas	Identificação dos Discos - numeração	Identificação dos Discos - faces	Soluções
CS	Convencional - Microhíbrida A2	I	●, ●●, ●●●, ●●●●, ●●●●●, ●●●●●●	Saliva Artificial
C12	Convencional - Microhíbrida A2	II	●, ●●, ●●●, ●●●●, ●●●●●, ●●●●●●	Clorexidina 0,12%
C20	Convencional - Microhíbrida A2	III	●, ●●, ●●●, ●●●●, ●●●●●, ●●●●●●	Clorexidina 0,20%
BS	<i>Bulk Fill</i> A2	IV	●, ●●, ●●●, ●●●●, ●●●●●, ●●●●●●	Saliva Artificial
B12	<i>Bulk Fill</i> A2	V	●, ●●, ●●●, ●●●●, ●●●●●, ●●●●●●	Clorexidina 0,12%
B20	<i>Bulk Fill</i> A2	VI	●, ●●, ●●●, ●●●●, ●●●●●, ●●●●●●	Clorexidina 0,20%

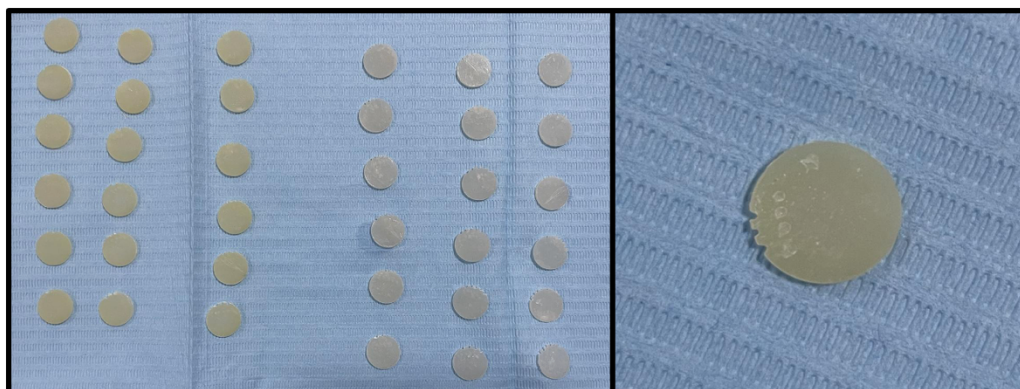


Figura 7 - Amostras identificadas e numeradas

Imediatamente após a identificação dos discos, estes foram lavados com água destilada ao longo de 5 minutos, secos com papel absorvente e colocados em saliva artificial numa estufa a 37°C por um período de 24 horas, demonstrado na figura 8.

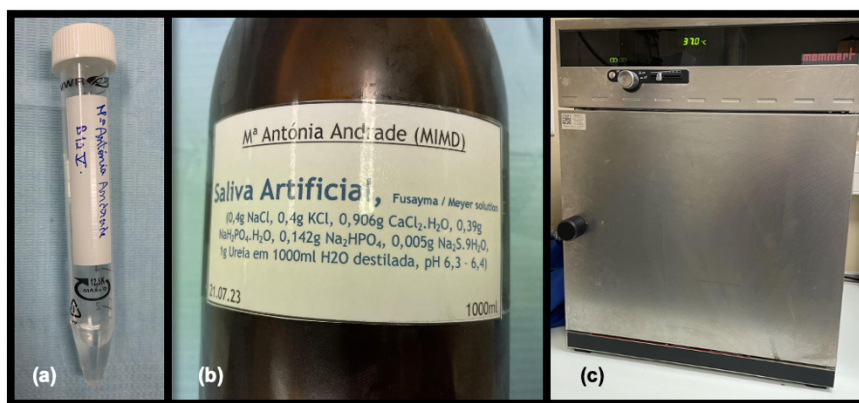


Figura 8 - Instrumentos e materiais utilizados para incubação dos espécimes: (a) tubos de ensaio de plástico identificados; (b) saliva artificial; (c) estufa de incubação Memmert INE 400 a 37°C

Deste modo, foi possível proceder-se à medição de cor inicial das amostras com um espectrofotómetro, após estas serem, novamente, lavadas com água destilada durante 5 minutos.

A cada medição de cor, foi efetuada a calibração do espectrofotómetro. A calibração foi executada a cada 4 medições, primeiro para a cor branca e em segundo para a cor verde, de acordo com a figura 9.

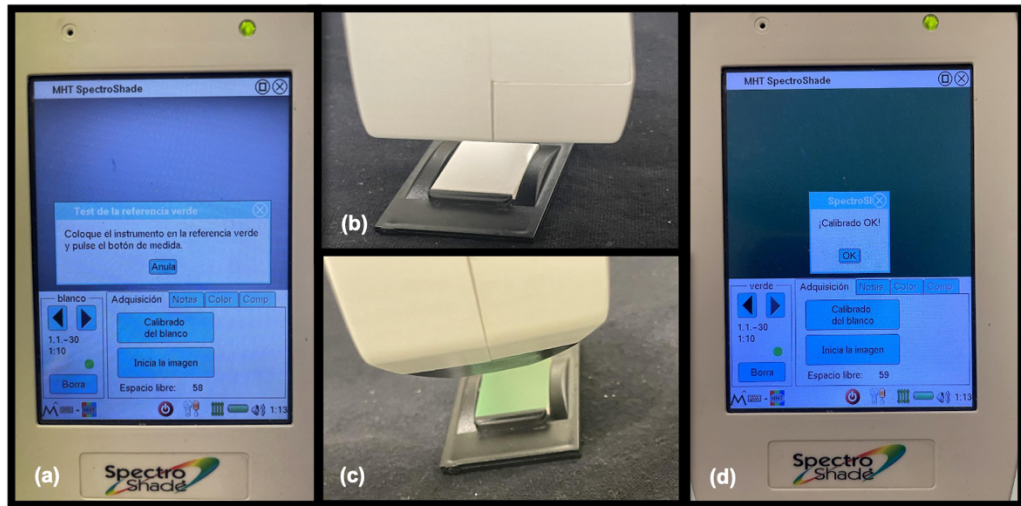


Figura 9 - Instruções de calibração: (a) calibração para a cor branca; (b) referência branca; (c) referência verde; (d) calibração para a cor verde

Em seguida, cada disco foi submetido à primeira medição do protocolo laboratorial (T0): foram medidos 5 vezes num fundo preto, com o intuito de reproduzir uma classe III sem parede palatina, e diminuir a margem de erro, observado na figura 10 - sendo necessário calcular a média dessas 5 medições para obter o resultado final.

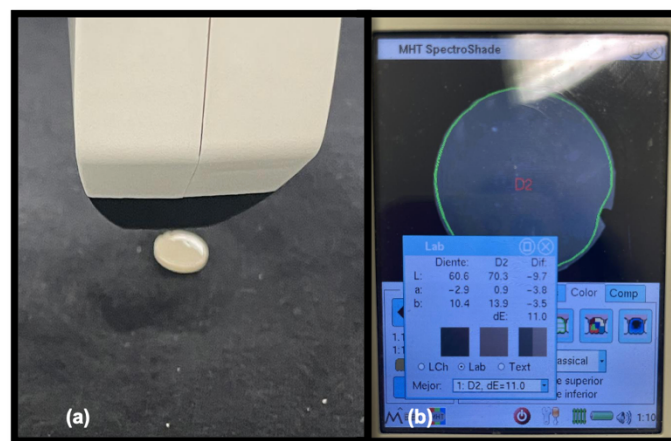


Figura 10 - Medição de cor: (a) medição do disco de resina num fundo preto; (b) amostra de cor medida

À posteriori, a medição foi realizada com o espécime introduzido dentro de um retângulo amarelo, que estava presente no centro do ecrã. Conforme apresentado na figura 11, assim que as condições de iluminação e angulação foram as pretendidas, apareceu uma linha verde no ecrã, indicativo de uma correta medição de cor. Foi, portanto, assim que foi realizada cada medição.

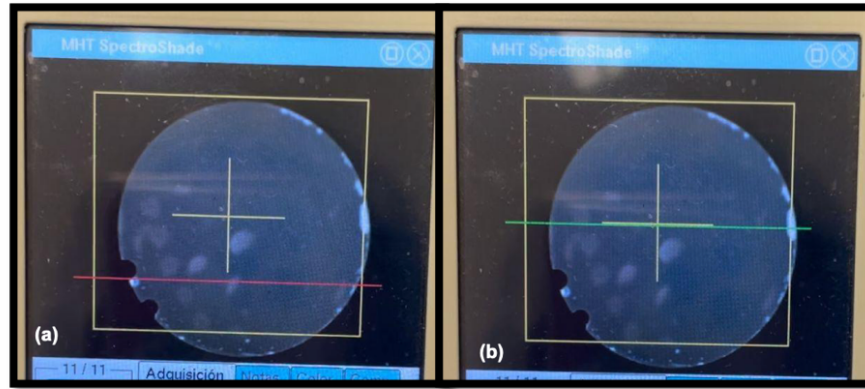


Figura 11 - Instrução de medição de cor- espécime dentro de um retângulo amarelo: (a) nenhuma condição de iluminação e angulação presente; (b) após reunidas as condições de iluminação e angulação

Por conseguinte, durante os 14 dias seguintes, os espécimes foram conservados na estufa, a 37°C, em saliva artificial, sendo renovada a cada 24 horas.

O grupo controlo, a saliva artificial, permaneceu na estufa durante todo o tempo. Contudo, os restantes grupos experimentais foram imersos em 15 ml das soluções determinadas, duas vezes ao dia, durante 1 minuto e colocadas num agitador (*Agimatic-N*) – figura 12.

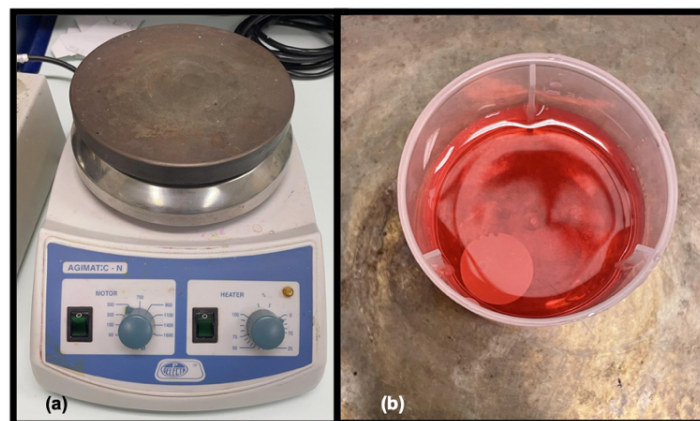


Figura 12 - Simulação do bochecho oral: (a) agitador Agimatic-N; (b) amostra imergida na solução de clorexidina e sujeita ao agitador Agimatic-N

O período de tempo foi assim definido, considerando que as soluções utilizadas (figura 13) são de clorexidina, e esta é prescrita 2 vezes ao dia durante 1 minuto, por um período de 14 dias. Ou seja, o objetivo seria simular, ao máximo, o efeito destas soluções na cavidade oral.



Figura 13 - Soluções de clorexidina: (a) Solução de clorexidina 0,12%; (b) Solução de clorexidina 0,20%

Assim sendo, após cada imersão, os discos foram, de novo, lavados por 5 minutos, com água destilada, e seguidos para a estufa em saliva artificial.

Passados os 14 dias de investigação, os espécimes foram lavados em água destilada, secos com papel absorvente e realizada a medição de cor (T14), cor final consoante os requisitos referidos anteriormente (figura 14).

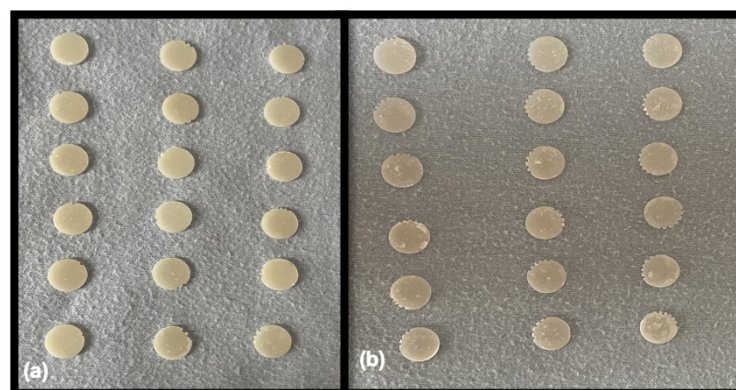


Figura 14 - Amostras após os 14 dias de estudo: (a) discos de resina composta convencional microhíbrida; (b) discos de resina *Bulk Fill*

Por fim, as medições foram analisadas através do sistema de cor *CIE L*a*b**: obtiveram-se os valores de L, a e b; calculou-se ΔL , Δa e Δb , entre a medição inicial (T0) e a medição final (T14); e, por fim, calculou-se a diferença de cor total (ΔE), segundo a fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}.$$

Os valores obtidos foram, então, avaliados estatisticamente por meio do *software* SPSS. Neste programa verificou-se se os dados seguiam uma distribuição normal segundo o teste de *Shapiro-Wilk*, e avaliou-se a variância das variáveis dependentes entre os grupos através do teste de *Levene*, com um nível de significância de 5%, de modo a proceder à submissão dos mesmos à ANOVA two-way *factorial*

V. RESULTADOS

O presente estudo consiste na avaliação da variação de cor de resinas compostas convencionais e *Bulk Fill*, quando imersas em diferentes soluções de clorexidina. Assim, após a finalização da investigação laboratorial e dos cálculos relativos ao sistema de cor $CIE L^*a^*b^*$, foi fundamental efetuar uma análise estatística dos dados obtidos.

Inicialmente, começou-se por analisar os dados das 36 amostras e criar legendas relativas aos fatores independentes. Em relação à variável “resina”, considerou-se a seguinte descrição:

1. Resina Composta Convencional – RCC;
2. Resina *Bulk Fill* – RBF.

e, relativamente à variável “solução” a seguinte denominação:

1. Saliva Artificial - SA;
2. Clorexidina 0,12% - C12;
3. Clorexidina 0,20% - C20.

Seguidamente, pesquisou-se, essencialmente, o impacto das variáveis independentes (resina e solução) nas variáveis dependentes (ΔL , Δa , Δb e ΔE), através de diversos testes presentes no programa SPSS com nível de significância de 5%.

Desta forma, para avaliar a variação do tipo de resina e do tipo de solução, durante os 14 dias de estudo (T=2), consoante os fatores dependentes referidos, aplicou-se o teste da *ANOVA two-way factorial*.

Contudo, a aplicação do referido teste só foi possível após a avaliação da normalidade de distribuição dos fatores dependentes pelas 2 variáveis independentes e, da homogeneidade da variância dos fatores dependentes pelos subgrupos, obtida através dos testes de *Shapiro-Wilk* e de *Levene*, respetivamente. O primeiro, determina se os dados seguem uma distribuição normal, o que se verifica, pois todos os grupos experimentais apresentam a mesma dimensão, $n=6$. Quanto ao segundo, este avalia se a variância das variáveis dependentes são semelhantes entre os grupos, o que também se verificou, visto que $p > 0,05$, pelo que se concluiu ser possível aplicar o teste da *ANOVA two-way factorial*.

Os resultados apresentados nas seguintes tabelas (tabelas 3 a 6) foram obtidos aplicando o teste da *ANOVA two-way factorial* aos dados das 4 variáveis (ΔL , Δa , Δb e ΔE).

Tabela 3 - Avaliação do efeito do tipo de resina e do tipo de solução na variação do fator ΔL , durante os 14 dias de estudo.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: ΔL					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Resina	6.469	1	6.469	14.513	< 0.001
Solução	3.182	2	1.591	3.569	0.041
Resina*Solução	1.266	2	0.633	1.420	0.258

Atendendo aos dados da tabela 3 relativos à variável dependente ΔL , é possível mencionar que não há interação entre “Resina*Solução”, porém existem diferenças de efeitos dos mesmos em separado.

Tabela 4 - Avaliação do efeito do tipo de resina e do tipo de solução na variação do fator Δa , durante os 14 dias de estudo.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Δa					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Resina	0.111	1	0.111	3.928	0.57
Solução	0.121	2	0.060	2.136	0.136
Resina*Solução	0.020	2	0.010	0.356	0.703

Considerando os dados da tabela 4 referentes à variável dependente Δa , é possível relatar que não há nem interação, nem efeito de nenhuma variável independente.

Tabela 5 - Avaliação do efeito do tipo de resina e do tipo de solução na variação do fator Δb , durante os 14 dias de estudo.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Δb					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Resina	14.720	1	14.720	122.542	< 0.001
Solução	0.682	2	0.341	2.839	0.74
Resina*Solução	0.975	2	0.487	4.058	0.028

Tendo em conta os dados da tabela 5, relacionados com variável dependente Δb , não se verificam efeitos na variável “Solução”. Contudo, é possível referir que há efeito no fator “Resina” e interação entre “Resina*Solução”, ou seja, que resinas diferentes respondem de maneiras diferentes a colutórios diferentes

Tabela 6 - Avaliação do efeito do tipo de resina e do tipo de solução na variação do fator ΔE , durante os 14 dias de estudo.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: ΔE					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Resina	72.649	1	72.649	61.343	< 0.001
Solução	0.113	2	0.057	0.048	0.953
Resina*Solução	0.271	2	0.136	0.115	0.892

Desta maneira, com base nos resultados acima apresentados, e de um modo geral, podemos aferir que apenas a variável independente “Resina” interage significativamente para quase todas as variáveis dependentes analisadas (ΔL , Δb e ΔE). Este resultado indica que apenas variam os efeitos do tipo de resina.

Por conseguinte, para confirmar a veracidade das respostas obtidas, foi necessário apurar, para cada fator dependente, o resultado da comparação entre os grupos definidos por uma das variáveis independentes e os níveis fixos da outra.

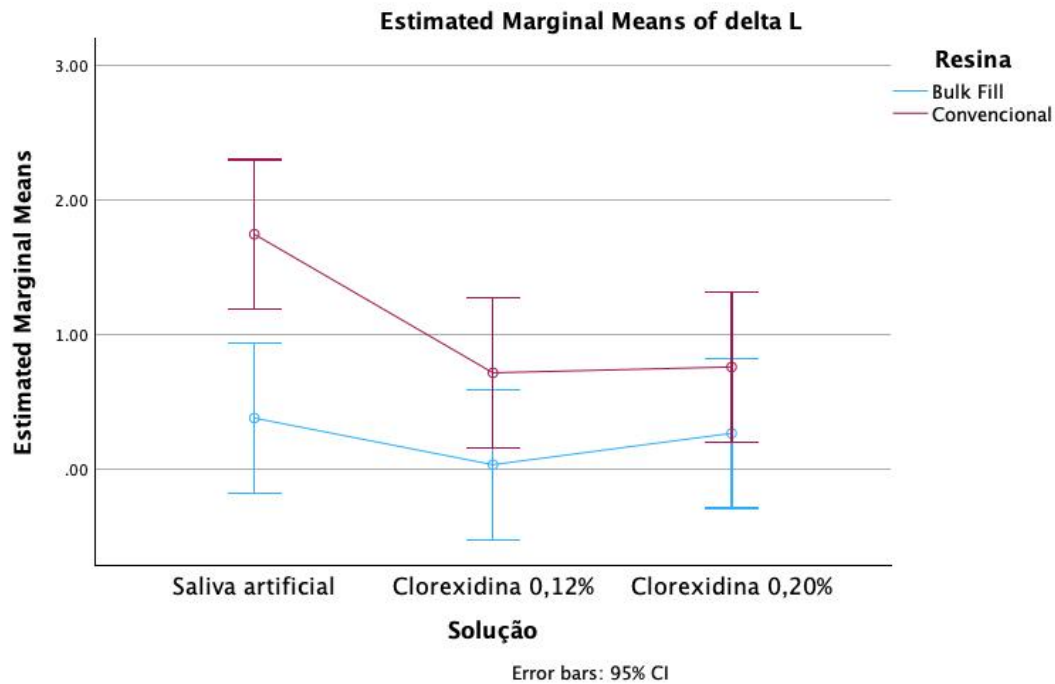


Gráfico 1 - Resultados da variável dependente ΔL , tendo em conta o tipo de resina, durante os 14 dias de estudo.

Ao verificar os dados da variável ΔL , presentes no gráfico 1, em T=2, e, tendo em conta o tipo de resina, concluímos que os diferentes tipo de solução apresentam diferenças:

- considerando a resina convencional (RCC), obtêm-se diferenças significativas entre as soluções de SA e C12, e entre SA e C20, com o ΔL mais elevado para a solução de saliva artificial; também, podemos referir que as soluções de clorexidina apresentam valores de ΔL semelhantes.
- considerando a resina *Bulk Fill* (RBF), encontram-se diferenças entre as soluções de SA e C12, com o ΔL mais elevado para a saliva artificial; também, se verificam diferenças entre as duas soluções de clorexidina, sendo o ΔL mais elevado para a C20; contudo, podemos aferir que a SA e a C20 apresentam valores de ΔL semelhantes.

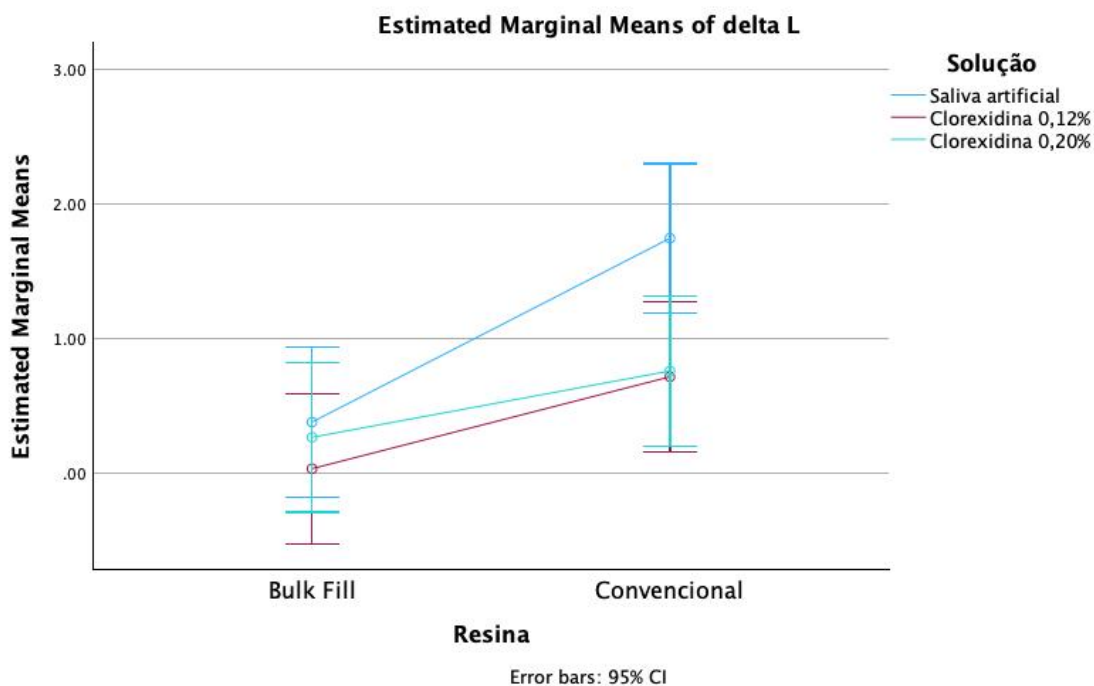


Gráfico 2 - Resultados da variável dependente ΔL , tendo em conta o tipo de solução, durante os 14 dias de estudo.

Ao averiguar os dados da variável ΔL , presentes no gráfico 2, em $T=2$, e, tendo em conta o tipo de solução, entendemos que os dois tipos de resina apresentam diferenças:

- considerando a solução de saliva artificial (SA), verificam-se diferenças significativas entre a RBF e a RCC, sendo o ΔL mais elevado para a RCC.
- considerando a clorexidina 0,12%, encontram-se diferenças entre os dois tipos de resina, com a RCC a apresentar um valor de ΔL mais elevado.
- considerando a clorexidina 0,20%, observam-se diferenças entre RBF e RCC, estando, esta última, com um ΔL mais elevado.

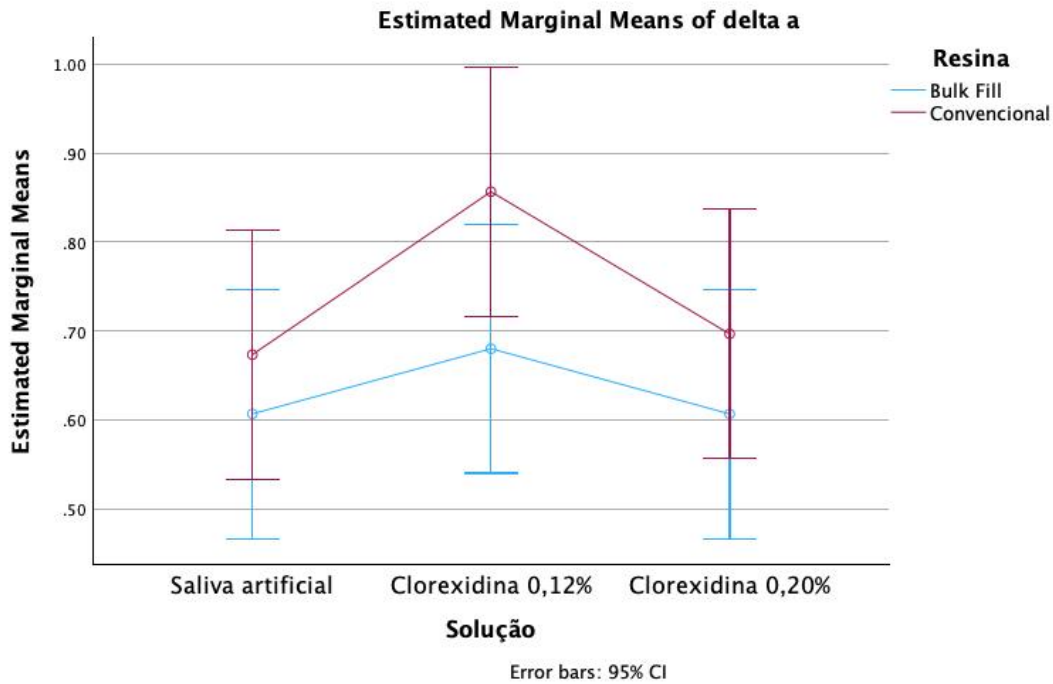


Gráfico 3 - Resultados da variável dependente Δa , tendo em conta o tipo de resina, durante os 14 dias de estudo.

Ao analisar os dados da variável Δa , presentes no gráfico 3, em $T=2$, e, tendo em conta o tipo de resina, concluímos que os diferentes tipo de soluçōo apresentam diferenças:

- considerando a resina convencional (RCC), verificam-se diferenças significativas entre as soluçōes de SA e C12, e entre C12 e C20, com o Δa mais elevado para a soluçōo de clorexidina 0,12%; também, podemos referir que SA e C20 apresentam valores de Δa semelhantes, contudo, a soluçōo de clorexidina 0,20% tem um valor ligeiramente mais elevado.
- considerando a resina *Bulk Fill* (RBF), verificam-se diferenças entre as soluçōes de SA e C12, com o Δa mais elevado para a clorexidina 0,12%; também, se encontram diferenças entre as duas soluçōes de clorexidina, sendo o Δa mais elevado para a C12; contudo, podemos aferir que a SA e a C20 apresentam valores de Δa semelhantes.

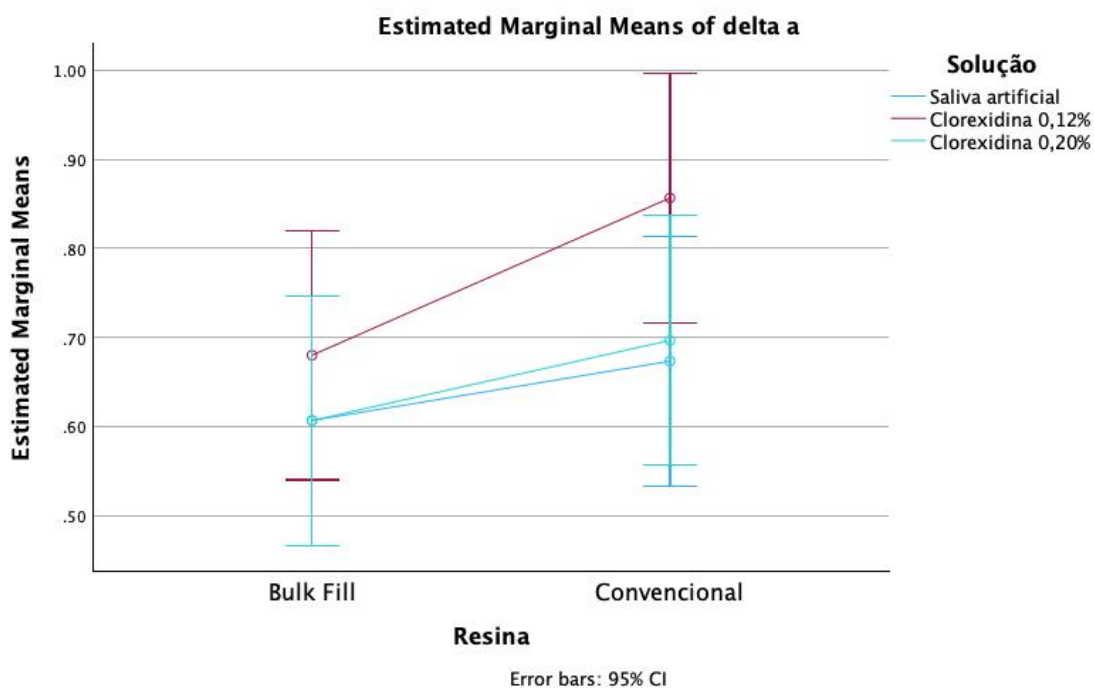


Gráfico 4 - Resultados da variável dependente Δa , tendo em conta o tipo de solução, durante os 14 dias de estudo.

Ao examinar os dados da variável Δa , presentes no gráfico 4, em $T=2$, e, tendo em conta o tipo de solução, entendemos que os dois tipos de resina apresentam diferenças:

- considerando a solução de saliva artificial (SA), verificam-se diferenças entre a RBF e a RCC, sendo o Δa mais elevado para a RCC.
- considerando a clorexidina 0,12%, encontram-se diferenças significativas entre os dois tipos de resina, com a RCC a apresentar um valor de Δa mais elevado.
- considerando a clorexidina 0,20%, observam-se diferenças entre RBF e RCC, estando, esta última, com um Δa mais elevado.

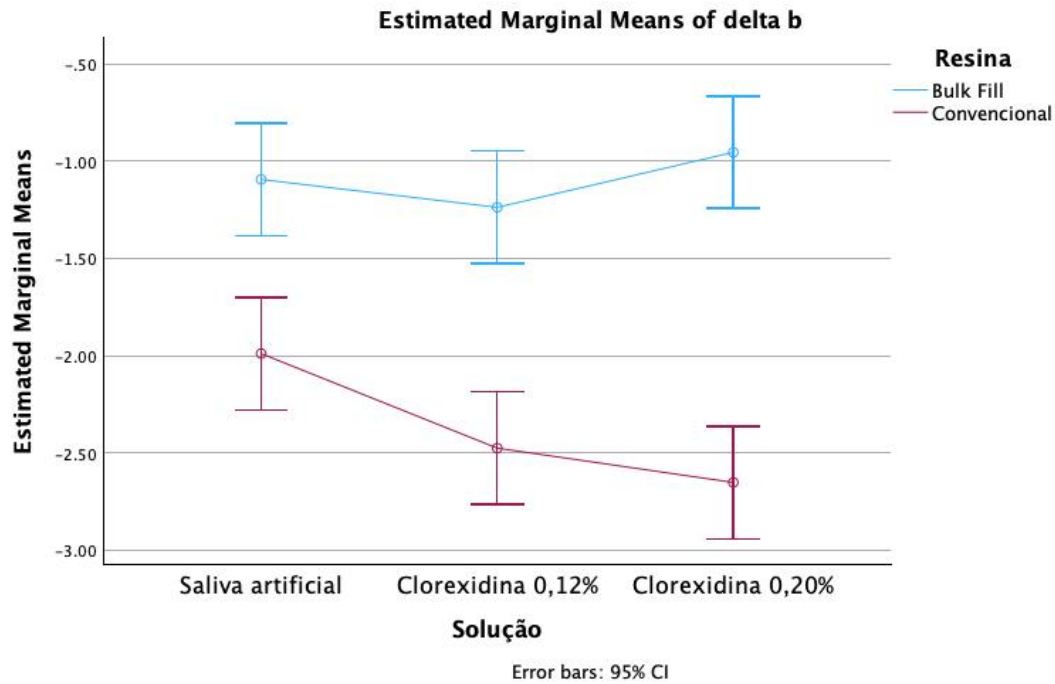


Gráfico 5 - Resultados da variável dependente Δb , tendo em conta o tipo de resina, durante os 14 dias de estudo.

Ao comprovar os dados da variável Δb , presentes no gráfico 5, em $T=2$, e, tendo em conta o tipo de resina, concluímos que os diferentes tipo de solução apresentam diferenças:

- considerando a resina convencional (RCC), verificam-se diferenças significativas entre as soluções de SA e C12, e entre SA e C20, com o Δb mais elevado para a solução de saliva artificial; também, podemos aferir que C12 apresenta um valor de Δb maior do que C20, o que significa que existem diferenças entre as soluções de clorexidina.
- considerando a resina *Bulk Fill* (RBF), encontram-se diferenças entre as soluções de C20 e SA, assim como entre C20 e C12, com o Δb mais elevado para a clorexidina 0,20%; também, se verificam diferenças entre SA e C12, sendo o Δb ligeiramente mais elevado para a solução de saliva artificial.

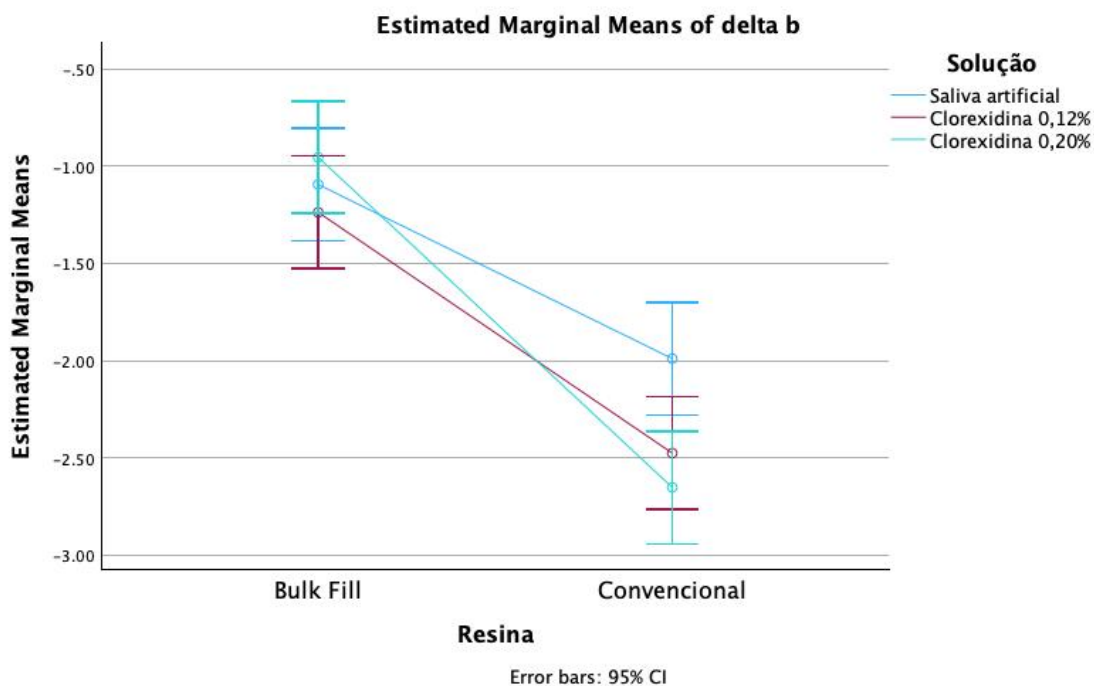


Gráfico 6 - Resultados da variável dependente Δb , tendo em conta o tipo de solução, durante os 14 dias de estudo.

Ao aferir os dados da variável Δb , presentes no gráfico 6, em $T=2$, e, tendo em conta o tipo de solução, entendemos que os dois tipos de resina apresentam diferenças:

- considerando a solução de saliva artificial (SA), observam-se diferenças significativas entre a RBF e a RCC, sendo o Δb mais elevado para a RBF.
- considerando a solução de clorexidina 0,12%, verificam-se diferenças significativas entre os dois tipos de resina, com a RCC a apresentar um valor de Δb mais baixo.
- considerando a solução de clorexidina 0,20%, encontram-se diferenças entre RBF e RCC, estando, esta a primeira, com um Δb mais elevado.

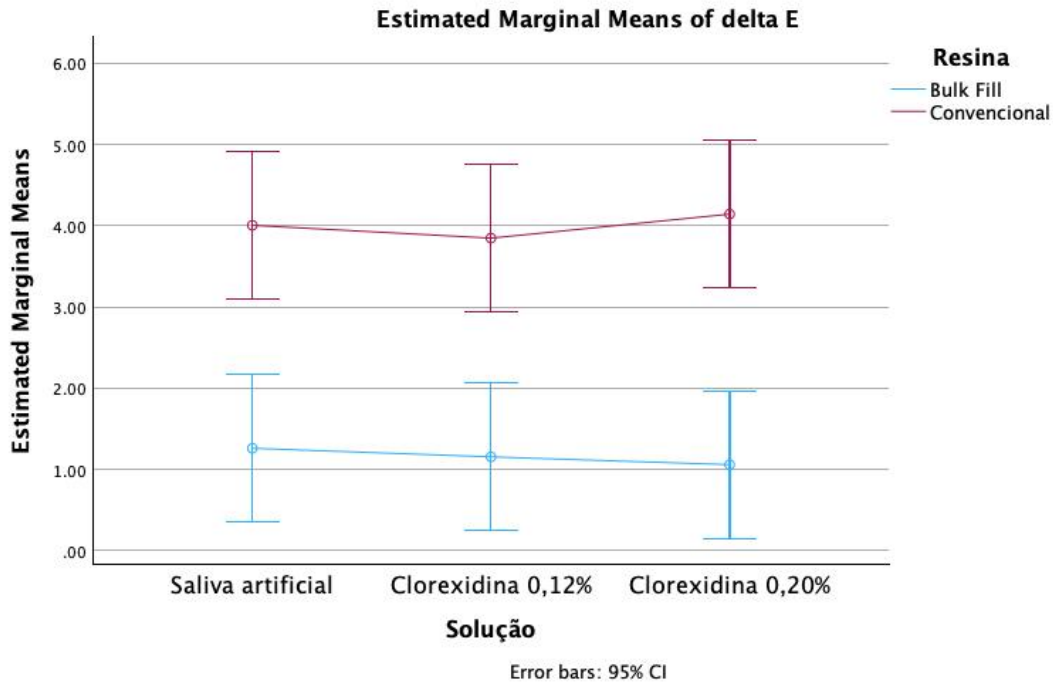
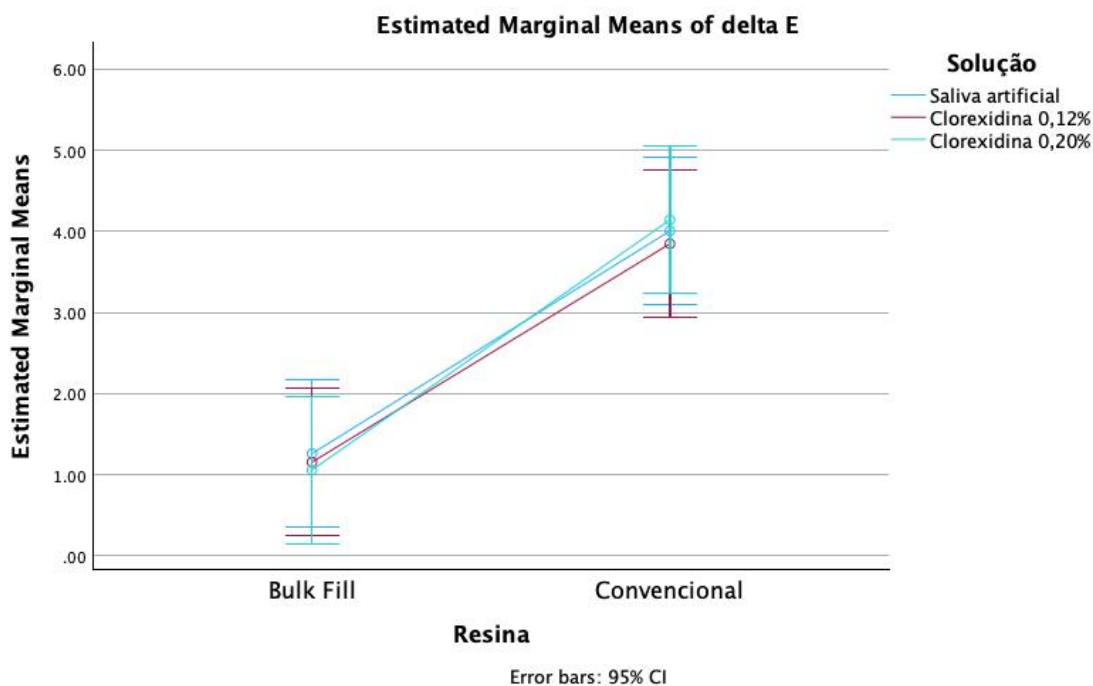


Gráfico 7 - Resultados da variável dependente ΔE , tendo em conta o tipo de resina, durante os 14 dias de estudo.

Ao verificar os dados da variável ΔE , presentes no gráfico 7, em $T=2$, e, tendo em conta o tipo de resina, concluímos que os diferentes tipo de solução apresentam diferenças:

- considerando a resina convencional (RCC), verificam-se diferenças entre as soluções de C12 e SA, e entre C12 e C20, com o ΔE mais baixo para a solução de clorexidina 0,12%; também, podemos referir que SA e C20 apresenta diferenças, em que o valor de ΔE é maior para a solução da saliva artificial.
- considerando a resina *Bulk Fill* (RBF), encontram-se diferenças entre as soluções de SA e C12, assim como entre SA e C20, com o ΔE ligeiramente mais elevado para a saliva artificial; também, se verificam diferenças, mas poucas entre as soluções de clorexidina, sendo o valor de ΔE ligeiramente mais elevado para C12 do que C20.



Gráfico 8 - Resultados da variável dependente ΔE , tendo em conta o tipo de solução, durante os 14 dias de estudo.

Ao comprovar os dados da variável ΔE , presentes no gráfico 8, em $T=2$, e, tendo em conta o tipo de solução, entendemos que os dois tipos de resina apresentam diferenças:

- considerando a solução de saliva artificial (SA), encontram-se diferenças significativas entre a RBF e a RCC, sendo o ΔE mais elevado para a RCC.
- considerando a solução de clorexidina 0,12%, observam-se diferenças significativas entre os dois tipos de resina, com a RCC a apresentar um valor de ΔE maior.
- considerando a solução de clorexidina 0,20%, verificam-se diferenças entre RBF e RCC, estando, esta a última, com um ΔE mais elevado.

Por fim, mediante a análise de todos os dados estatísticos apresentados anteriormente, conclui-se que, durante os 14 dias de estudo, apenas o efeito do tipo de resina  que  significativo, ou seja, que a variação de cor não se reflete consoante o tipo de solução, mas sim, consoante o tipo de resina utilizada.

VI. DISCUSSÃO

Os materiais restauradores dentários são amplamente utilizados ao nível da dentisteria restauradora para atender às necessidades estéticas dos pacientes. Diferentes tipos de resina composta com diferentes características físicas estão disponíveis no mercado. Estes materiais são classificados por tamanho, forma e distribuição de cargas. O tamanho das partículas tem sido, progressivamente, reduzido para fornecer texturas de superfície mais suaves que, por sua vez, resultam em propriedades óticas otimizadas. (Patodiya et al., 2012)

Idealmente, os materiais restauradores não devem sofrer alterações de cor ou aparência, no entanto essa situação acontece: o grau de mudança de cor pode ser causado por vários fatores, incluindo polimerização incompleta, sorção de água, reatividade química, higiene oral e suavidade superficial da restauração. Além disso, a saliva, alguns alimentos, diferentes bebidas e colutórios podem afetar a cor das restaurações dentárias. (Sevimay et al., 2008)

A descoloração das restaurações de materiais resinosos pode ocorrer de tempos a tempos, e as mudanças de cor podem levar à substituição das mesmas devido à recusa por parte dos pacientes. Os fatores extrínsecos que causam a descoloração dos compósitos resinosos incluem a coloração por adsorção ou absorção de corantes de fontes exógenas como café, chá nicotina, bebidas e colutórios. Além disso, as propriedades físicas dos materiais compósitos, como por exemplo a rugosidade superficial, podem influenciar o comportamento da coloração. (Qasim et al., 2015)

Com o objetivo de prevenir lesões de cárie e doenças periodontais, uma série de agentes terapêuticos preventivos, incluindo a aplicação de flúor e agentes bactericidas como a clorexidina são comumente utilizados. (Zafar et al., 2015; Sampaio et al., 2020)

Os bochechos antimicrobianos são utilizados para o controlo da placa bacteriana, lesões de cárie e doença periodontal. No entanto, o uso frequente de colutórios pode ter efeitos adversos, embora, apesar do aumento do uso de colutórios, alguns autores tenham relatado um efeito limitado nas mudanças de cor da resina composta. (Al-Samaadani, 2013)

A cor do material restaurador deve ser mantida durante toda a sua vida funcional em ambiente oral. No entanto, o uso frequente de colutórios pode afetar a sua estabilidade de cor. (Al-Samadani, 2017)

Desta forma, Al-Samadani (2017), avaliou os efeitos do uso de vários colutórios na estabilidade de cor de vários materiais compósitos restauradores dentários: gel Flocare® (fluoreto estanoso a 0,4%), Pascal gel® (fluoreto tópico APF) elixir oral Pro-Relief® (fluoreto de sódio) e elixir oral Plax Soim® (fluoreto de sódio) e água destilada como controlo; as amostras de resina foram imersas nos grupos de colutórios orais e água destilada (controlo) por 24, 48 e 72 horas. A descoloração observada em todos os materiais foi significativamente diferente em cada um dos três períodos de tempo e para todos os grupos. O resultado da imersão em gel Flocare®, Pascal gel, Pro-Relief® e Plax Soim® foi estatisticamente significativa. A mudança de cor foi significativa e não

aceitável clinicamente apenas para Pro- Relief® e Plax Soin® na resina nanohíbrida (Empress Direct IPS) . Deste estudo, conclui-se que os colutórios afetam a mudança de cor de todos os materiais de resina composta, e as mudanças observam-se aumentadas ao longo do tempo. Contudo, os efeitos de descoloração não são perceptíveis ao olho humano. Comparando este estudo com a minha investigação verificamos que há semelhanças e diferenças entre os dois, visto que na minha pesquisa todas as alterações de cor foram estatisticamente significativas, onde apenas a resina convencional apresentou-se como não aceitável clinicamente; também as diferenças de compostos estudados consoante o tempo decorrido tem relevância para o estudo.

Repare-se que todos os colutórios e géis utilizados no estudo de Al-Samadani (2017) afetaram a mudança de cor de todos os materiais resinosos compostos, que aumentou com o tempo de duração da aplicação. A diferença total de variação de cor foi significativa para a descoloração de todos os materiais em todos os grupos de agentes preventivos, mas as alterações não foram visualmente perceptíveis, exceto para Empress Direct IPS®, Pro-Relief® e Plax Soin®, onde as alterações foram perceptíveis e clinicamente inaceitáveis – o que se atribuiu ao fluoreto de sódio (grupos 3 e 4). No entanto, o fluoreto estanso e o FPA resultaram em efeitos de descoloração que, por serem imperceptíveis, foram considerados clinicamente aceitáveis. O valor de variação da coloração para todos os materiais verificou-se numa descoloração para azul (exceto Herculite XRV Ultra®, que descolorou o composto resinoso para amarelo, e o Empress Direct IPS®, que no agente preventivo Pro- Relief® inicialmente descolorou para amarelo, mas, com mais tempo de imersão, mudou do eixo amarelo para o azul, revelando os efeitos adversos do fluoreto de sódio).

Em relação ao estudo de Haamdy et al. (2023), avaliaram os efeitos de diferentes tipos de colutórios com diferentes teores de microdureza superficial e de estabilidade da cor de compostos nanohíbridos à base de compostos resinosos: Chlorohexidine, Listerine Green Tea® e Colgate Optic White Whitening Mouthning Mouth®. O grupo controlo utilizado foi a saliva artificial e a resina foi aLuna Nano-Hybrid Composite®, com uma imersão de 24 horas.

Conforme os resultados do estudo de Haamdy et al. (2023), verificou-se uma diferença significativa na mudança de cor da resina composta exposta aos diversos meios de imersão. Assim, considerou-se que a mudança de cor do composto resinoso foi aceitável em colutórios com ação branqueadora, mas não aceitável nos colutórios com clorexidina e chá verde.

O composto à base de resina dentária é um material restaurador estético comum à base de polímero. No entanto, a sua matriz orgânica polimérica pode levar a alguns desafios, que podem afetar a sua durabilidade, tais como a estabilidade da cor. (Patodiya et al., 2012)

A descoloração do composto de resina pode ocorrer devido a fontes internas ou externas. A descoloração interna ocorre em consequência do envelhecimento dos próprios componentes, como o monómero residual e o sistema ativador-iniciador. A descoloração externa pode ocorrer devido à ingestão de alimentos, bebidas e colutórios – e é sobre estes últimos que se debruçou este estudo. (Ribeiro et al., 2019)

Recordemos então que é objetivo desta investigação científica avaliar a suscetibilidade de variação de cor, através do sistema de cores *CIE L*a*b**, de resinas compostas

convencionais, mais precisamente uma resina microhíbrida, e *Bulk Fill* quando imersas em diferentes soluções de clorexidina durante um período de 14 dias.

O uso frequente de colutórios acarreta vantagens e desvantagens: por um lado tem propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas e analgésicas que melhoram e regulam a saúde periodontal; por outro lado, alguns ingredientes dos colutórios podem suavizar a matriz resinosa orgânica e causar alguma descoloração. (Al-Samadani, 2017)

Instrumentos espectrofotômetros são usados para medir a cor de modo a obter resultados precisos, confiáveis e repetíveis. Foi empregue para medidas de cor ao longo da reflexão ou transmissão de uma entidade observada e é comumente usado para investigar as mudanças de cor em materiais restauradores. (Chittem et al., 2017)

A composição química do colutório afeta a mudança de cor na resina composta. Também, os pigmentos desempenham um papel importante na descoloração de compósitos de resina e, a diminuição do pH também pode aumentar o efeito erosivo sobre os tecidos dentários, bem como sobre os materiais restauradores de resina. (Sampaio et al., 2020)

Conforme o estudo de Haamdy et al. (2023), a maior mudança de cor foi após imersão em bochecho de chá verde. Tal pode ser atribuído ao teor de taninos do chá verde, que é um composto de polifenóis de cor amarela a castanho, o que pode fazer com que o composto de resina descolore e se torne mais escuro. O chá verde também contém clorofilas, que são pigmentos presentes nas folhas frescas, mas que se degradam facilmente. Na presença de ácidos, ocorre uma reação entre clorofilas e ácidos produtores de feofitina, um sólido castanho-escuro, o que pode explicar a razão pela qual o composto de resina ficou ligeiramente esverdeado, amarelado e mais escuro após a imersão no chá verde. A mudança de cor na resina composta exposta ao colutório com clorexidina foi inferior à mudança de cor por imersão em chá verde, mas o valor continua a não ser aceitável clinicamente.

No estudo de Baig, et al. (2016) e de Bagis et al. (2011), observou-se, da mesma forma, o efeito descolorante de elixíres contendo clorexidina: foi relatado que o gluconato de clorexidina ocasionou manchas amareladas na superfície dos materiais restauradores, pois esta molécula é capaz de libertar paracloranilina com formação de sulfeto metálico. Isto pode esclarecer a mudança na tonalidade composta de resina para amarelo, ao longo do eixo amarelo-azul, e no valor para preto, ao longo do eixo branco-preto. (Haamdy et al., 2023)

Novamente, através da investigação de Haamdy et al. (2023), observou-se que a tonalidade do composto de resina tendeu a modificar-se para a tonalidade do próprio colutório ao longo dos eixos vermelho (+a) –verde (-a) e amarelo (+b) –azul (-b): por exemplo, o colutório com clorexidina era de cor vermelha e o colutório de resina apresentou desvio para vermelho. O colutório de chá verde (tinha cor verde) e o composto de resina apresentou desvio para verde. O colutório bucal branqueador era azul e o composto de resina apresentou desvio para a cor azul. Este efeito corante dos colutórios pode ser atribuído ao efeito dos corantes em si, que são adicionados para melhorar a aparência dos colutórios, sendo que é possível referir que a adição excessiva desses corantes poderia ser minimizada pelos fabricantes (Haamdy et al., 2023)

Também, no estudo de Haamdy et al. (2023), o colutório branqueador foi o único meio de imersão que ocasionou efeito clareador ($\Delta L = 1,6$) – tal pode ser atribuído ao efeito das moléculas de peróxido de hidrogénio que se decompõem facilmente, especialmente na presença de íons metálicos, enzimas ou aumento da temperatura, produzindo radicais livres, que são oxidantes instáveis. Os eletrões desemparelhados têm tendência a diminuir a sua energia e se tornar estáveis. Portanto, estes radicais livres reagem como moléculas de pigmento, resultando em degradação de produtos mais simples.

No referido estudo, a mudança de cor em resina composta observada, após imersão no elixir branqueador ($\Delta E_{00} = 1,6$) e saliva artificial ($\Delta E_{00} = 0,9$) foi perceptível, mas dentro de valores clinicamente aceitáveis. Então, verificaram-se mudanças de cor perceptíveis após a frequência de colutórios simulados em dois anos de aplicação; no entanto, os resultados foram aceitáveis nos colutórios branqueadores, mas não aceitáveis relativamente aos colutórios compostos por clorexidina e chá verde. (Torres et al., 2014; Haamdy et al. 2023)

Outros investigadores, como Celik et al. (2021), avaliaram os efeitos de diferentes tipos de colutórios bucais (Klorhexidin, Curasept ADS 205®, Meridol®, Listerine Cool Citrus®) nas mudanças de cor de um compósito microhíbrido, um bulk fill (SonicFill®) e um à base de resina (RBC®), nanohíbrido (Nova Compo-N®): não houve diferenças significativas entre os valores de coloração do compósito antes e após a imersão em colutórios. Verificou-se diferença significativa entre o valor do SF® e NCN® antes e após o tempo de imersão.

Com base na investigação de Celik et al. (2020), verifica-se que os colutórios contribuem para a saúde oral, especialmente em pacientes com alto risco de cárie. Todavia, devem ser feitas recomendações específicas para estes pacientes ao usar estas soluções devido ao grande número de restaurações compostas. Para além disso, a rugosidade superficial e a estabilidade da cor são dois importantes fatores inter-relacionados em termos das propriedades estéticas das restaurações dentárias. Com base nos dados, a hipótese nula deste estudo foi parcialmente negada. Esta pesquisa mostrou que, após imersão dos compósitos de resina em colutórios orais, as cores de alguns grupos foram significativamente alteradas, pelo que se aceita as hipóteses nulas.

Deste modo, a estabilidade da cor é um fator importante considerado pelos profissionais aquando da escolha de materiais estéticos. Além disso, estes querem usar materiais com maior resistência ao desgaste. Neste sentido, o desempenho das resinas depende do ambiente oral em que são colocadas. Por exemplo, elixires orais em contacto com as restaurações influenciam as propriedades físicas devido às suas composições. Por esta razão, vários estudos, utilizaram a espectrofotometria para medir a estabilidade de cor – método apropriado para avaliação de pequenas mudanças de cor e método repetível, sensível e objetivo. (Silva et al., 2008; Celik et al., 2021)

A matriz resinosa, pigmentos menores, agentes adesivos, componentes do iniciador de polimerização, composição da carga e conteúdo afetam a cor dos materiais restauradores estéticos. Ora, a descoloração dos compostos resinosos também está diretamente relacionada às propriedades hidrofílicas do material, pois os que têm maior capacidade de absorção de água também absorvem mais outros fluidos com corantes. (Sikiri, 2010)

Os compostos resinosos com menor conteúdo de carga são os mais propensos à descoloração. Como possuem espaços vazios ou não aderentes na interface carga/matriz podem aumentar a sorção de água das resinas, razão pela qual é tão importante a distribuição uniforme de partículas de carga na rede polimérica para o desempenho de compósitos em ambientes aquosos, como soluções de colutórios bucais. (Poggio et al., 2017)

A textura lisa da superfície é um fator importante para a cor da restauração, visto que as superfícies lisas refletem uma maior quantidade de luz e não retêm manchas, contrariamente às superfícies ásperas. Segundo a pesquisa de Cazzaniga, et al. (2017), quando poliram compostos resinosos microhíbridas, nanohíbridas, nanofill, e *Bulk Fill* com diferentes sistemas de polimento, não houve diferenças significativas nas resinas em termos de rugosidade superficial. Nesta esfera, as matrizes de resina suportam o deslocamento das partículas de carga da superfície externa, fazendo com que a rugosidade superficial aumente e a erosão dos compostos resinosos seja simplificada. Além disso, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, a rugosidade superficial não mostra diferença entre os colutórios nem entre os compostos resinosos. Normalmente, espera-se que os compostos resinosos com partículas de carga maiores tenham uma maior rugosidade superficial após o polimento. Alguns estudos mostraram que compostos com partículas menores apresentam maior brilho e menor rugosidade superficial após o polimento.

Ora, como os colutórios podem causar deterioração e suavizar a superfície da restauração dentária, um estudo revelou que o Listerine com pH baixo e álcool pode causar biodegradação, colapso da matriz polimérica, erosão, e, conseqüente descoloração. Além disso, também mostrou que o elixir sem álcool causa mudanças de cor perceptíveis nos compostos resinosos. (ElEmbaby, 2014)

Atualmente, a sociedade em geral de um modo acentuado e progressivo tem dado extrema importância ao aspeto físico e aparência social. Deste modo, devido aos requisitos estéticos de carácter exigente dos pacientes, ao longo dos tempos, o ramo da medicina dentária tem sofrido uma grande evolução. Assim, as resinas compostas, são os materiais restauradores estéticos mais utilizados na dentisteria operatória, tanto a nível anterior como posterior. (Ertas et al., 2006; Ferracane, 2010)

Contudo, existem hábitos alimentares e de higiene oral diários, que podem promover a alteração de cor das resinas compostas. A infiltração de alimentos e líquidos, como a saliva, bebidas e colutórios orais origina o aumento de peso das resinas compostas, após a absorção de humidade. Deste modo, as propriedades mecânicas e de superfícies das resinas são afetadas consoante o grau de solubilidade e absorção, comprometendo o sucesso clínico e contribuindo para a degradação das resinas. (Ferreira, 2016; Celik et al., 2021)

O uso excessivo de elixires, especialmente os que contêm clorexidina interferem na estabilidade de cor, quer dentária como do material restaurador. Os colutórios orais são constituídos por água, sais, agentes antimicrobianos e/ou álcool, sendo que o pH dos mesmos varia consoante as suas concentrações. É importante referir, que estes produtos de higiene oral contribuem para a diminuição do pH na cavidade oral, levando ao aumento da absorção e solubilidade das resinas, o que propicia a degradação da superfície das mesmas. (Khosravi et al., 2016; Celik et al., 2020)

Em suma, a progressiva importância dada à imagem e a utilização frequente de elixires orais na prática de higiene diária, torna-se necessário este estudo, de modo a não comprometer a tão valorizada estética dentária. Deste modo, é importante a realização do estudo da estabilidade da cor das resinas compostas quando estas são expostas a diferenciados elixires com diferentes composições, contribuindo para uma melhor adaptação das propriedades restauradoras e durabilidade do material.

Relativamente aos resultados da investigação em causa, é necessário recordar que consiste na avaliação da variação de cor de resinas compostas convencionais e *Bulk Fill*, quando imersas em diferentes soluções de clorexidina.

Os compósitos de resina utilizados foram uma resina composta convencional microhíbrida (*Llis EA2 - FGM*) e uma resina *Bulk Fill* (*Opus Bulk Fill APS - FGM*). Já as soluções em estudo foram a saliva artificial como grupo controlo e duas soluções de diferentes concentrações de clorexidina: 0,12 % e 0,20%.

Deste modo, os dois tipos de materiais restauradores diferentes foram imergidos nas diferentes soluções de clorexidina duas vezes ao dia, durante um minuto, por um período de 14 dias, ficando o restante tempo em soluções de saliva artificial numa estufa a 37°C.

As amostras sofreram medições de cor antes e após o término do prazo estipulado, através de um espectrofotómetro. Este dispositivo forneceu as informações relativas ao “L” “a” e “b”, sendo necessário efetuar os cálculos relativos aos ΔL , Δa , Δb e ΔE .

Assim sendo, após a análise detalhada dos resultados, foi possível aferir que estes não foram coincidentes com a literatura científica mais atual, dado que investigações neste campo apontam para a existência de diferenças nos efeitos sobre as resinas consoante as soluções de clorexidina: clorexidina 0,20% versus clorexidina 0,12%, o que não aconteceu devido a diferenças nos protocolos como concentrações diferentes de clorexidina, diferentes e diferentes tempos de imersão.

Através dos dados obtidos estatisticamente, observou-se que apenas houve diferenças entre as duas resinas compostas, pelo que não se considerou significativo a diferença de efeitos nas três soluções. Desta forma, ao verificar os gráficos 1, 3 e 5, conclui-se que a resina microhíbrida, comparativamente à resina *Bulk Fill* em estudo, é a que sofre maior alteração de cor, com um ΔE superior o que, segundo Valizadeh et al. (2020), não seria aceitável clinicamente. A resina *Bulk Fill*, por apresentar valores de ΔE inferiores, teve uma alteração de cor aceitável clinicamente e quase impercetível pelo olho humano. (Valizadeh et al., 2020)

Neste contexto, é necessário destacar que há possíveis erros que podem ocorrer no laboratório, enviesando os resultados obtidos.

A preparação imprecisa das amostras de resina composta ou o uso de um tamanho de amostra pequeno pode não representar, adequadamente, o comportamento geral dos materiais. Variações nas técnicas de preparação de amostras, irregularidades no corte ou quantidade insuficiente podem desencadear resultados enganosos ou inconclusivos. (Santos, 2022)

Outro erro significativo pode ser a inconsistências nas condições de imersão das resinas compostas em diferentes colutórios orais, levando a resultados distorcidos. Fatores como variações na temperatura, duração da imersão ou substituição irregular das soluções podem contribuir para descobertas não confiáveis. (Santos, 2022)

Compreender e reconhecer esses erros potenciais é essencial para garantir a confiabilidade e a validade dos resultados da investigação e impedir que fatores externos adulterem os resultados.

No estudo de Haamdy et al. (2023), alertou-se para o facto de o mecanismo usual de escovagem, além da lavagem normal contínua pelo efeito da saliva, poder reduzir o efeito de coloração. A recomendação passa pela realização de novos estudos que considerem a capacidade do procedimento de repolimento para simular a escovação normal. Estudos in vivo são necessários para avaliar o efeito de lavagem da saliva e o efeito de sua ação enzimática na deposição de coloração.

VII. CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo conclui-se que:

- Os dois elixires utilizados, clorexidina a 0,12% e a 0,20%, alteraram a coloração das duas resinas compostas durante os 14 dias.
- As diferentes concentrações dos colutórios mantiveram o mesmo comportamento relativamente à cor das resinas compostas, ou seja, tiveram uma influência semelhante na cor das mesmas.
- A resina composta convencional teve uma maior alteração de cor do que a resina *Bulk Fill*. A primeira apresentou uma alteração significativa e não aceitável clinicamente. Já a segunda, apresentou, também, coloração, mas aceitável clinicamente.
- A utilização de colutórios não deverá exceder a concentração e o tempo recomendado pois podem causar manchas e escurecimento nos dentes, restaurações e língua, assim como alterações do paladar e ardor na cavidade oral. Tal acontece, pois as resinas compostas absorvem a humidade das soluções, levando à degradação do material, o que resulta em modificações das propriedades físicas e mecânicas, bem como das características óticas.

VIII. BIBLIOGRAFIA

ABBASI, Mahdi et al. (2018). Polymerization Shrinkage of Five Bulk-Fill Composite Resins in Comparison with a Conventional Composite Resin. *Journal of dentistry*.

ACT Çelik, E Çoban, HE Ülker. (2020). Effects of Mouthwashes on Color Stability and Surface Roughness of Three Different Resin-based Composite.

Alshali RZ, Silikas N, Satterthwaite JD. (2013). Degree of conversion of bulk-fill compared.

Al-Samaadani, K. (2013). Color stability of restorative materials in response to Arabic coffee, Turkish coffee and Nescafe.

Al-Samadani, K. (2017). The Effect of Preventive Agents (Mouthwashes/Gels) on the Color Stability of Dental Resin-Based Composite Materials.

Amer A Taqa, Rajaa T Sulieman, Huda A Al-Sarraf. (2019). Artificial Saliva Sorption for Three Different Types of Dental Composite Resin (An In Vitro Study).

Amit Patodiya, Mithra Nidarsh Hegde. (2012). Current Topic DENTAL COMPOSITES: PAST, PRESENT AND FUTURE.

Ana Clara Anício de Souza Santos, I. D. (2022). ERROS NA FASE PRÉ ANALÍTICA E O IMPACTO NO LABORATÓRIO CLÍNICO.

Ana Portela et al. (2015). Resinas Compostas: Avaliação da Contração.

Ana Sofia Ferreira. (2016). Caracterização de resinas dentárias nos seus múltiplos propósitos.

Bacchi A, Dobson A, Ferracane JL, Consani R, Pfeifer CS. (2014). Thio-urethanes Improve Properties of Dual-cured Composite Cements. *J Dent Res*.

Bagis, B. B. (2011). Evaluation of Chlorhexidine Gluconate Mouthrinse-Induced Staining Using a Digital Colorimeter: An In Vivo Study.

Baig, A. S. (2016). Mouth rinses affect color stability of composite .

Benetti A, Havndrup-Pedersen C, Honoré D, Pedersen M, Pallesen U. (2015). Bulk-Fill Resin Polymerization Contraction, Depth of Cure, and Gap Formation.

BOARO, Leticia Cristina Cidreira et al. (2019). Clinical performance and chemical-physical properties of bulk fill composites resin—a systematic review and meta-analysis. *Dental Materials*.

Bozena Muszynska, A Przeklasa-Bierowiec, A Jakubik , J Pytko-Polonczyk. (2017). Artificial saliva and its use in biological experiments.

Brandt, W. C., Schneider, L. F. J., Frollini, E., Correr-Sobrinho, L., Sinhoreti. (2010). Effect of different photo-initiators and light curing units on degree of conversion of composites. *Brazilian Oral Research*.

Cazzaniga, G. O. (2017). In vitro biofilm formation on resin-based composites after different finishing and polishing procedures.

CHESTERMAN, J. et al. (2017). Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *British Dental Journal*.

Chittem, J., Sajjan, G. S., & Kanumuri, M. V. (2017). Spectrophotometric evaluation of colour stability of nano hybrid composite resin in commonly used food colourants in Asian countries. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*.

Christoph Witzel, Zoe Flack, Emma Walker, Anna Franklin. (2021). Colour category constancy and the development of colour naming.

CS Rodrigues, B Dala Nora, A Mallmann, LG May LB Jacques. (2019). Repolishing Resin Composites After.

DEMARCO, Flávio F. et al. (2012). Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dental materials*.

ElEmbaby, A. (2014). The Effects of Mouth Rinses on the Color Stability of Resin- Based Restorative Materials.

Ertan ERTAS, Ahmet Umut GÜLER, Ali Çagin YÜCEL, Hülya KÖPRÜLÜ, Eda GÜLER. (2006). Color Stability of Resin Composites after Immersion in Different Drinks.

GARCIA, D. et al. (2014). Polymerization shrinkage and depth of cure of bulk fill flowable composite resins.

Gêisa Sampaio, Larissa Rangel Peixoto, Gabriella de Vasconcelos Neves , Danielle do Nascimento Barbosa. (2020). Effect of mouthwashes on color stability of composite resins: A systematic review.

Haamdy, T. A. (2023). Effect of Different Mouthwashes on the Surface Microhardness and Color Stability of Dental Nanohybrid Resin Composite.

HAN, Seung-Hoon et al. (2016). Internal adaptation of resin composites at two configurations: Influence of polymerization shrinkage and stress.

Hanan Alzraikat , Michael F Burrow , Ghada Ahmad. Maghaireh. (2018). Nanofilled Resin Composite Properties and Clinical Performance: A Review.

Hayanne G. Kimura FERNANDES, Rafael SILVA. (2014). EVOLUÇÃO DA RESINA COMPOSTA.

Imca S. Hensels, Deborah Talm, Stephanie Baines. (2019). The use of ‘artificial saliva’ as a neutral control condition in gustatory research.

Jack L. Ferracane. (2010). Resin composite—State of the art.

Jack L. Ferracane. (2011). Resin composite—State of the art.

João M F da Silva et al. (2008). Resinas Compostas: Estágio Atual e Perspectivas.

João M F da Silva, Daniel Maranha da Rocha, Estevão Tomomitsu, Eduardo Shigueuki Uemura. (2008). Resinas Compostas: Estágio Atual e Perspectivas.

João Manuel Brisson Lopes, (2013). Cor e luz.

Johnston, W. M. (2019). Color measurement in dentistry. In *Journal of Dentistry*.

Jyothi, K. N., Crasta, S., Venugopal, P., (2012). Effect of five commercial mouth rinses on the microhardness of a nanofilled resin composite restorative material: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry*.

Khalid H. Al-Samadani. (2017). The Effect of Preventive Agents (Mouthwashes/Gels).

Khosravi, M., Esmaili, B., Nikzad, F., Khafri, S., & Nikzad, F. (2016). Color Stability of Nanofilled and Microhybrid Resin-Based Composites Following Exposure to Chlorhexidine.

Kiho Cho et al. (2021). Dental resin composites: A review on materials to product realizations.

KIM, Ryan Jin-Young et al. (2015). Polymerization shrinkage, modulus, and shrinkage stress related to tooth-restoration interfacial debonding in bulk-fill composites. *Journal of dentistry*.

Lazar, R., Culic, B., Gasparik, C., Lazar, C., & Dudea, D. (2019). The accuracy of dental shade matching using cross-polarization photography. In *International Journal of Computerized Dentistry*.

Lizbeth Martinez-Ccahuana , Evelyn Alvarez Vidigal , Ernesto Arriola-Guillén , Denisse Aguilar-Gálvez, (2020). Effect of pediatric mouthwashes on the color stability of dental restorations with composite resins. *In vitro comparative study*.

LOGUERCIO, A. D. et al. (2019). Randomized 36-month follow-up of posterior bulk-filled resin composite restorations. *Journal of dentistry*.

Luiz Felipe de Almeida RIBEIRO, Flávia Moysés Costa de GRAJEDA. (2019). COR NA ODONTOLOGIA RESTAURADORA MODERNA.

Mahmood Khosravi , Behnaz Esmaeili, Forough Nikzad , Soraya Khafr. (2015). Color Stability of Nanofilled and Microhybrid Resin-Based Composites.

Malekipour, M. R., Sharafi, A., Kazemi, S., Khazaei, S., & Shirani, F. (2012). Comparison of color stability of a composite resin in different color media. In *Dental Research Journal*.

Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH. (2017). Silane adhesion mechanism in dental.

Mohammad Reza Malekipour, Ala Sharafi. (2012). Comparison of color stability of a composite resin in different color media.

Palin WM, Leprince JG, Hadis. (2018). Shining a light on high volume photocurable materials. *Dent Mater*.

Pérez, M. M., Carrillo-Perez, F., Tejada-Casado, M., Ruiz-López, J., Benavides-Reyes, C., & Herrera, L. J. (2022). CIEDE2000 lightness, chroma and hue human gingiva thresholds. *Journal of Dentistry*.

Poggio, C., Vialba, L., Berardengo, A., Federico, R., Colombo, M., Beltrami, R., & Scribante, A. (2017). Color Stability of New Esthetic Restorative Materials: A Spectrophotometric Analysis. *Journal of Functional Biomaterials*.

Pytko-Polonczyk, J., Jakubik, A., Przeklasa-Bierowiec, A., & Muszynska, B. (2017). Artificial saliva and its use in biological experiments. In *Journal of Physiology and Pharmacology*.

Qasim, S. R.-K. (2015). Influence of various bleaching regimes on surface roughness of resin composite and ceramic dental biomaterials.

Reyna Allcahuaman-Avalos, Ramón Medina-Sánchez, Leonor Castro-Ramirez. (2023). In Vitro Color Stability Evaluation of Three Polished and.

Schroeder, T., da Silva, P. B., Basso, G. R., Franco, M. C., Maske, T. T., & Cenci, M. S. (2019). Factors affecting the color stability and staining of esthetic restorations. *Odontology*.

Sikri. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of Conservative Dentistry*.

Sevimay, M. A. (2008). Effect of Mouthrinses on Color Stability of Provisional Restorative Materials.

Sofia Vitória Almeida Marques Luís. (2021). Seleção de cor: Comparação entre.

Susana Beatriz Ferreira Dias. (2016). Determinação da cor por dois métodos espectrofotométricos.

T CELIK AC, COBAN E, ULKER HE. (2021). Effects of mouthwashes on color stability and surface roughness of three different resin-based composites.

Taiseer A. Sulaiman, Brandon Rodgers, Abdulhaq Suliman, William M Johnston. (2020). Color and translucency stability of contemporary resin-based restorative materials.

Tamer M. Hamdy, Ali Abdelnabi, Maha S. Othman, Rania E. Bayoumi , Rasha M. Abdelraouf. (2023). Effect of Different Mouthwashes on the Surface Microhardness.

Tanthanuch, S., Kukiattrakoon, B., Peerasukprasert, T., Chanmanee, N., Chaisomboonphun, P., & Rodklai,. (2016). The effect of red and white wine on color changes of nanofilled and nanohybrid resin composites. *Restorative Dentistry & Endodontics*.

THONGBAI-ON, Nathamon et al. (2019). Fracture resistance, gap and void formation in root- filled mandibular molars restored with bulk-fill resin composites and glass-ionomer cement base. *Journal of Investigative and Clinical Dentistry*.

Torres, C. C. (2014). Influence of PH on the Effectiveness of Hydrogen Peroxide Whitening.

Trauth, K. G. S., Godoi, A. P. T., Colucci, V., Corona, S. A. M., Catirse. (2012). influence of mouthrinses and simulated toothbrushing on the surface roughness of a nanofilled composite resin. *Brazilian Oral Research*.

Valizadeh, S. A. (2020). Color stability of self-adhering composite resins in different solutions.

Yadav, R., & Kumar, M. (2019). Dental restorative composite materials: A review. In *Journal of Oral Biosciences*.

Yikilgan, İ., Akgul, S., Hazar, A., Kedicı Alp, C., Baglar, S., & Bala, O. (2019). The Effects of Fresh Detox Juices on Color Stability and Roughness of Resin-Based Composites.

Zafar, M. &. (2015). Therapeutic roles of fluoride released from restorative dental materials. *Fluoride*.