



CATÓLICA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

---

UISEU

Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
2022-2023

**ESTABILIDADE DE COR DE RESINAS ACRÍLICAS  
DE PROVISÓRIOS DE PRÓTESE FIXA**

*Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária*

Gustavo Gregorio Guzzo

Viseu, 2023



CATÓLICA  
FACULDADE DE MEDICINA DENTÁRIA

VISEU

---

Mestrado Integrado em Medicina Dentária  
2022-2023

**ESTABILIDADE DE COR DE RESINAS ACRÍLICAS  
DE PROVISÓRIOS DE PRÓTESE FIXA**

*Dissertação apresentada à Universidade Católica Portuguesa  
para obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária*

**Por:**

Gustavo Gregorio Guzzo

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Doutora Patrícia Fonseca

**Co-Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Doutora Helena Salgado

Viseu, 2023



“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,  
Mas lutei para que o melhor fosse feito.  
Não sou o que deveria ser,  
Mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

**- Marthin Luther King**



## **AGRADECIMENTOS**

**À minha orientadora**, Prof<sup>ª</sup> Doutora Patrícia Fonseca, e **à minha coorientadora**, Mestre Helena Salgado. A vocês, devo a minha imensa gratidão por toda a colaboração, orientação e confiança depositada em mim ao longo desta pesquisa. Foi um privilégio ter tido a oportunidade de trabalhar sob a vossa orientação, pois pude adquirir um conhecimento valioso e crescer como profissional.

**A todos os docentes da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade Católica Portuguesa de Viseu (FMD-UCP)** por terem contribuído significativamente para a minha formação. Os vossos ensinamentos, apoio e dedicação foram fundamentais para a construção da minha futura carreira como Médico Dentista.

**À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP)**, no nome do professor doutor Jorge Lino, por toda a ajuda, disponibilidade e pela colaboração na presente investigação.

**Aos meus pais**, que são o meu alicerce e os meus maiores exemplos na área da saúde, quero expressar minha mais profunda gratidão. O apoio incondicional que recebi de vocês ao longo de todo o percurso foi o que me motivou e me deu forças para enfrentar os desafios que surgiram. Sou verdadeiramente grato por terem sido uma presença constante na minha jornada.

**Ao meu querido irmão**, agradeço por estar sempre ao meu lado, incentivando-me e motivando-me em cada etapa do caminho. A tua confiança em mim e as palavras de encorajamento foram um combustível para o meu progresso.

**À minha namorada**, gostaria de expressar meu sincero agradecimento. A tua presença constante, apoio inabalável e compreensão foram fundamentais durante os momentos de pressão e dedicação intensa.

**Aos meus amigos**, que são a minha segunda família, quero agradecer por todo o companheirismo, alegria e apoio mútuo ao longo desta jornada. As memórias e

experiências compartilhadas com vocês serão sempre tesouros preciosos na minha vida.

**A todos vocês**, meu profundo agradecimento por fazerem parte desta caminhada e contribuírem para o meu crescimento pessoal e profissional. Sem a vossa presença e apoio, nada disso teria sido possível. Sou grato por ter tido a oportunidade de cruzar os nossos caminhos e por todo o impacto positivo que cada um de vocês teve na minha vida.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** O PMMA é dos materiais mais frequentemente utilizados em Prótese Fixa como material para elaboração de coroas/pontes provisórias. Recentemente têm sido adicionados ao mercado resinas adaptadas à tecnologia CAD/CAM como forma de superar aspectos negativos das resinas ditas convencionais à base do PMMA (resina acrílica e bis-acrílica). Estas restaurações frequentemente são elaboradas em zonas estéticas, pelo que a sua alteração de cor é um aspeto importante a ter em conta na seleção da resina a utilizar. O objetivo deste estudo é avaliar a estabilidade de cor de diferentes resinas utilizadas na confecção de provisórios em prótese fixa.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para este estudo experimental foram confeccionados quinze provetes de cada tipo de resina (resina acrílica, resina bis-acrílica, resina de fresagem, resina de impressão 3D), de forma circular e de dimensões padronizadas (10mm de diâmetro e 2mm de espessura), totalizando 60 provetes em estudo. Estes foram imersos em diferentes soluções (água destilada, vinho e café) por um período de dez dias. A avaliação quantitativa da alteração de cor foi realizada de acordo com o sistema CIELAB com recurso a um colorímetro calibrado PCE-CSM 5 (PCE *instruments*®). Os dados adquiridos foram submetidos a uma análise estatística do programa SPSS com um nível de significância de 0,05.

**RESULTADOS:** A solução café apresenta os resultados de alteração de cor mais elevados em todos os materiais. Por outro lado, a solução de água destilada apresentou os valores mais baixos. Quanto aos materiais concluiu-se que as resina TAB e de Fresagem diferem significativamente de todos os outros materiais, mas as resinas Structur e de impressão 3D são estatisticamente idênticas

**CONCLUSÃO:** Após as imersões nas respetivas soluções e as medições de cor com o colorímetro, a resina que se manteve mais estável foi a resina TAB 2000®, por outro lado, a mais instável foi a resina de Impressão 3D (Dental Sand®). Em relação às soluções analisadas, o café foi a que demonstrou maiores valores de alteração de cor, sendo a água destilada a que melhor resultado apresentou.

**PALAVRAS-CHAVE:** Prótese Fixa, PMMA, CAD/CAM, Restaurações provisórias, Cor, Colorímetro.



## **ABSTRACT**

**INTRODUCTION:** PMMA is one of the most commonly used materials in Fixed Prosthodontics for the fabrication of temporary crowns/bridges. Recently, CAD/CAM-adapted resins have been introduced to the market as a way to overcome the drawbacks of conventional resins, PMMA-based resins (acrylic and bis-acrylic resins). These restorations are often fabricated in esthetic areas, making color stability an important aspect to consider when selecting the resin to be used. The aim of this study is to evaluate the color stability of different resins used in the fabrication of fixed prosthodontic temporaries.

**METHODOLOGY:** For this experimental study, fifteen specimens of each resin type (acrylic resin, bis-acrylic resin, milling resin, 3d printing resin) were fabricated in circular shape with standardized dimensions (10mm diameter and 2mm thickness), totaling 60 specimens in the study. These specimens were immersed in different solutions (distilled water, wine, and coffee) for a period of ten days. Quantitative color change evaluation was performed using the CIELAB system with a calibrated colorimeter, PCE-CSM 5 (PCE instruments®). The acquired data were subjected to statistical analysis using the SPSS software with a significance level of 0.05.

**RESULTS:** The coffee solution showed the highest color change results for all materials. On the other hand, the distilled water solution had the lowest values. As for the materials, it was concluded that TAB resin and milling resin differed significantly from all other materials, while Structur resin and 3D-printed resin were statistically identical.

**CONCLUSION:** After immersion in the respective solutions and color measurements with the colorimeter, TAB 2000® resin demonstrated the highest color stability, whereas 3D-printed resin (Dental Sand®) showed the least stability. Among the analyzed solutions, coffee exhibited the highest color change values, while distilled water showed the best result.

**KEYWORDS:** Fixed Prosthodontics, PMMA, CAD/CAM, Temporary Restorations, Color, Colorimeter.



## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABELAS .....</b>	<b>XV</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>XVII</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS .....</b>	<b>XIX</b>
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS:.....</b>	<b>XXI</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 TIPO DE RESINAS UTILIZADAS NA CONFEÇÃO DE PROVISÓRIOS FIXOS .....	4
1.2 SISTEMA CAD/CAM .....	6
1.3 TÉCNICAS DE CONFEÇÃO DAS RESTAURAÇÕES PROVISÓRIAS .....	7
1.4 COR E PARÂMETROS COLORIMÉTRICOS .....	7
1.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA COR.....	10
1.6. SISTEMA DE COR CIEL *A*B* .....	11
1.7 OBJETIVOS DE ESTUDO .....	13
<b>2. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>15</b>
2.1. DESENHO DO ESTUDO .....	17
2.2. AMOSTRAS EM ESTUDO .....	17
2.3. CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DA AMOSTRA .....	18
2.4. VARIÁVEIS EM ESTUDO .....	18
2.5. PROTOCOLO DE CONFEÇÃO DOS PROVETES.....	18
2.6. VERIFICAÇÃO DA QUALIDADE DOS PROVETES .....	20
2.7. POLIMENTO .....	20
2.8. PROTOCOLO DE IMERSÃO .....	20
2.9. LEITURA DA VARIAÇÃO DE COR.....	21
2.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. VARIAÇÃO DE COR $\Delta E$ .....	27
3.2. INSPEÇÃO VISUAL OBJETIVA (UNIDADES NBS) .....	35
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
4.1. ANÁLISE CRÍTICA DO ESTUDO DESENVOLVIDO.....	46

4.2. TRABALHOS DE INVESTIGAÇÃO FUTUROS .....	47
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>49</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>53</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>59</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Tipo de resinas para coroas provisórias .....	17
<b>Tabela 2.</b> Materiais e soluções utilizadas .....	21
<b>Tabela 3.</b> Caracterização da variação da cor após um dia .....	27
<b>Tabela 4.</b> Resultados Anova fatorial para a variação da cor a um dia.....	28
<b>Tabela 5.</b> Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após um dia com ajustamento de Bonferroni para as soluções .....	28
<b>Tabela 6.</b> Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após um dia com ajustamento de Bonferroni para os materiais .....	28
<b>Tabela 7.</b> Caraterização da variação da cor entre o 1º e 10º dias.....	30
<b>Tabela 8.</b> Resultados Anova fatorial para a variação da cor entre o 1º e 10º dias ...	30
<b>Tabela 9.</b> Resultados das comparações múltiplas da variação da cor entre o 1º e 10º dias com ajustamento de Bonferroni para as soluções.....	31
<b>Tabela 10.</b> Resultados das comparações múltiplas da variação da cor entre o 1º e 10º dias com ajustamento de Bonferroni para os materiais .....	31
<b>Tabela 11.</b> Caraterização da variação da cor após 10 dias.....	33
<b>Tabela 12.</b> Resultados Anova fatorial para a variação da cor após 10 dias.....	33
<b>Tabela 13.</b> Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após 10 dias com ajustamento de Bonferroni para as soluções .....	34
<b>Tabela 14.</b> Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após 10 dias com ajustamento de Bonferroni para os materiais .....	34
<b>Tabela 15.</b> Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - TAB 2000.....	36
<b>Tabela 16.</b> Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - Structur 3.....	36
<b>Tabela 17.</b> Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - Structur CAD .....	37
<b>Tabela 18.</b> Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - Dental Sand.....	37



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Dimensões da cor segundo o Sistema de Munsell <sup>(35)</sup> .....	9
<b>Figura 2.</b> Coordenadas L*a*b <sup>(25)</sup> .....	12
<b>Figura 3.</b> Resinas utilizadas no estudo: A - Resina acrílica; B - Resina Bis-acrílica; C - Resina de fresagem; D - Resina de impressão 3D .....	17
<b>Figura 4.</b> Confeção de molde para provetes de resina convencional: A - Desenho CAD; B - Impressora 3D (Ultimaker 3); C – Molde impresso em PLA .....	19
<b>Figura 5.</b> Confeção de provetes de resinas convencionais: A - Resina acrílica nos poços; B - Resina Bis-acrílica nos poços; C - Pressão digital com duas placas de vidro .....	19
<b>Figura 6.</b> Confeção de provetes de resinas CAD/CAM: A – Mesa de impressão 3D; B – Impressora Phrozen Sonic Mini 8K; C – Mesa de fresagem; D – Fresadora (VHF K5) .....	19
<b>Figura 7.</b> Paquímetro digital.....	20
<b>Figura 8.</b> Discos de polimento .....	20
<b>Figura 9.</b> Soluções utilizadas: A - Água destilada; B - Café; C - Vinho tinto .....	21
<b>Figura 10.</b> Provetes nas soluções: A - Resina Bis-acrílica; B - Resina acrílica; C - Resina de impressão 3D; D - Resina de fresagem .....	21
<b>Figura 11.</b> Colorímetro .....	22



## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<b>Gráfico 1.</b> Variações de cor após 1 dia de imersão.....	29
<b>Gráfico 2.</b> Variação de cor entre o 1º e o 10º dia .....	32
<b>Gráfico 3.</b> Variação de cor após 10 dias .....	35



## **LISTA DE ACRÓNIMOS E SIGLAS:**

**CAD/CAM** – *Computer-Aided Design / Computer-Aided Manufacturing*

**CIEL \*a\*b\*** – *Commission Internationale de l’Eclairage*

**Cm** – Centímetro

**CRI** – Índice de Reprodução de Cores

**g** - grama

**K** – kelvin

**mL** – mililitro

**Mm** – milímetro

**NBS** – *National Bureau of Standards*

**Nm** – Nanómetro

**PLA** – Ácido Polilático

**PMMA** – Polimetilmetacrilato

**PEMA** – Polietilmetacrilato

**SPSS** – *Statistical Package for the Social Sciences*

**STL** – *Standard tessellation language*

**UDMA** – Dimetacrilato de uretano



## **1. INTRODUÇÃO**



A Prostodontia é definida como a área da Medicina Dentária que se dedica ao diagnóstico, planeamento, reabilitação e manutenção da função oral, conforto, aparência e saúde de pacientes com condições clínicas associadas à falta de dentes e ou tecidos maxilo-faciais.<sup>(1)</sup> Esta encontra-se subdividida em prostodontia fixa e prostodontia removível. Tal como o próprio nome indica, removível refere-se ao tipo de reabilitação no qual o paciente utiliza um dispositivo para substituição dos dentes ausentes que autonomamente coloca e remove da boca. Por outro lado, na prostodontia fixa, os substitutos dentários só são removidos quando necessário pelos profissionais de saúde oral.<sup>(2)</sup> A prostodontia fixa, não se dedica apenas à substituição de dentes ausentes. É também utilizada para a reconstrução de dentes com grande destruição da sua estrutura ou então para melhoria da estética dentária.<sup>(2)</sup>

A reabilitação oral é composta por etapas já previamente estabelecidas seguindo uma sequência lógica de acordo com um plano de tratamento. Uma destas etapas é a utilização de coroas provisórias, geralmente elaboradas à base de resina.

De acordo com o Glossário de Termos Prostodônticos, próteses temporárias ou provisórias são aquelas que são confeccionadas com o objetivo de permitir uma boa estética e promover estabilidade e/ou função durante um período de tempo limitado, devendo depois ser substituídas pela reabilitação protética definitiva.<sup>(1)</sup>

As restaurações temporárias em prótese fixa são uma fase intermédia, que pode ser mais ou menos longa, entre a preparação do dente e a colocação da restauração indireta final.<sup>(3)</sup>

As restaurações provisórias são componentes importantes nos tratamentos de prótese fixa, uma vez que contribuem para a saúde periodontal, para a proteção pulpar do dente, permitem restabelecer a estética e a função promovendo conforto ao paciente, assim como mantêm ou corrigem a dimensão vertical e a fonética.<sup>(4)</sup>

Para se confeccionar este tipo de restaurações, os materiais para além de um fácil manuseamento, devem ter uma elevada resistência mecânica, boa estabilidade dimensional e uma estética e adaptação marginal adequadas.<sup>(5,6)</sup>

No entanto, as restaurações provisórias apresentam alguns inconvenientes, tais como o favorecimento de acumulação de placa microbiana e a consequente inflamação gengival, a alteração de cor que compromete a estética e a possibilidade de fratura devido ao tempo excessivo em boca. Alguns estudos verificaram que para

um tempo médio de utilização de coroas provisórias de 44,5 dias ocorre uma taxa de fratura de 13%.<sup>(5,7)</sup>

A seleção do material provisório a utilizar deve ser criteriosa, baseada nas suas propriedades mecânicas, físicas e de manuseio de forma a adequá-lo a cada caso clínico. Outros aspetos a ter em consideração na escolha do material provisório são a sua biocompatibilidade e as complicações decorrentes do seu uso intraoral, pois podem ocorrer reações inflamatórias pela presença de monómero residual e/ou lesões térmicas devido a uma reação de polimerização exotérmica. Assim, adaptação marginal, reação de polimerização não irritante à polpa dentária e aos tecidos gengivais, estabilidade dimensional e de cor, elevada resistência à tração e facilidade de reparo, são parâmetros importantes para o sucesso do tratamento provisório.<sup>(8)</sup>

### **1.1 Tipo de resinas utilizadas na confeção de provisórios fixos**

Ao longo dos anos os materiais utilizados para a confeção de restaurações provisórias foram evoluindo. Os primeiros materiais a serem utilizados foram as resinas acrílicas. Mais tarde apareceram as resinas bis-acrílicas e mais recentemente as resinas adaptadas à tecnologia CAD/CAM (*Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing*).<sup>(9)</sup>

Dentro das resinas acrílicas, as mais utilizadas são, o polimetilmetacrilato (PMMA) e o polietilmetacrilato (PEMA). Ambas são constituídas por um pó e um líquido, que são misturados manualmente.<sup>(9)</sup>

O PMMA é um polímero inodoro constituído por ácido acrílico que foi relatado pela primeira vez por Redtenbacher em 1843, contudo o seu desenvolvimento para aplicações biomédicas foi um processo gradual que se estendeu por um período de décadas, até surgir no mercado em 1936, tornando-se no material mais utilizado nas clínicas e laboratórios.<sup>(10)</sup>

O PMMA convencional encontra-se disponibilizado na forma de pó/líquido, tendo o pó na sua constituição polímero transparente misturado com pigmentos e fibras sintéticas de acrílico e nylon como forma de ajustar as propriedades físicas e para mimetizar os tecidos orais (gengiva e mucosa). O líquido contém monómero de metilmetacrilato juntamente com agentes de reticulação e inibidores.<sup>(10)</sup> Tem como características favoráveis, ser um material resistente, de fácil manipulação, de baixo

custo e com uma boa estética, estável durante um período longo, baixa solubilidade, baixa absorção de água, ausência de toxicidade, e facilidade em efetuar consertos.<sup>(11-13)</sup> No entanto, este material apresenta algumas desvantagens, como: contração durante a polimerização que pode afetar o ajuste da restauração, uma reação de polimerização exotérmica que, no caso de dentes vitais, pode ser lesiva para a polpa do dente, existência de monómero residual livre que pode ser um fator inflamatório da polpa e dos tecidos gengivais, para além do seu odor que pode ser incomodativo para o paciente.<sup>(11,12)</sup>

O PEMA é um polímero com propriedades funcionais avançadas, sendo um material de seleção para produção de compósitos avançados. Este é um polímero de baixo custo, que tem gerado interesse significativo para proteção contra a corrosão de metais, embalagens, armazenamento de energia e baterias, armazenamento de energia termal e outras aplicações.<sup>(14)</sup> As resinas de PEMA surgiram como uma alternativa às resinas de PMMA de maneira a superar algumas das suas limitações, mas ao mesmo tempo ficam aquém de outras propriedades do metilmetacrilato. O PEMA é adequado para utilização no meio oral, principalmente se essa utilização for de longa duração. Para além disso, tem uma menor contração de polimerização e é menos exotérmico que o PMMA, conseguindo ser menos agressivo para a polpa e mais confortável para o paciente. Contudo, a resistência à fratura e ao desgaste, assim como a estabilidade de cor não são tão boas quanto o desejado, verificando-se uma durabilidade reduzida quando submetido a altas tensões, devendo ser evitada a sua utilização em pânticos extensos.<sup>(11,12,14)</sup>

Nos últimos anos e para superar alguns aspetos negativos das resinas acrílicas surgiram as resinas bis-acrílicas. São dimetacrilatos e podem ser categorizadas em dois grupos: dimetacrilato de uretano (UDMA) e bisfenol A-glicidil metacrilato. Uma das principais vantagens destas resinas é a sua fácil manipulação. Elas estão disponíveis na forma de cartuchos com uma ponta auto-misturadora o que permite uma mistura consistente sem a incorporação de ar. As resinas bis-acrílicas apresentam menor contração de polimerização, menor aumento de temperatura, têm excelente estética, afetam menos o tecido pulpar, apresentam um bom ajuste marginal, uma boa resistência à tração e à abrasão e permitem polimento em consultório. No entanto, estes materiais têm também alguns aspetos negativos como

a dificuldade de fazer acrescentos de material caso seja necessário e o fator económico uma vez que são materiais mais dispendiosos.<sup>(8,11,15,16)</sup>

## **1.2 Tecnologia CAD/CAM**

Tal como nas outras áreas da saúde, a Medicina Dentária também sofreu uma evolução ao longo dos anos, com a introdução das novas tecnologias digitais. Este avanço tecnológico veio tornar os tratamentos mais previsíveis e céleres, facilitar o contacto dos profissionais de saúde com os técnicos de laboratório e utilizar novos materiais com propriedades otimizadas.

Uma das mais valias da evolução tecnológica foi a introdução da tecnologia denominada de CAD/CAM, que aconteceu na Medicina Dentária por volta da década de 70, o qual veio permitir a confeção de próteses dentárias, coroas, pontes ou facetas através de processos computarizados.<sup>(17)</sup> Nos últimos anos este sistema demonstrou ser um método inovador, e em constante desenvolvimento.<sup>(18)</sup>

Existe uma grande variedade de benefícios em relação ao uso desta nova tecnologia, o que a torna muito atraente tanto para o paciente como para o Médico Dentista tais como a utilização de *scanners* intra-orais, promovendo maior conforto ao paciente, a maior eficiência e previsibilidade dos tratamentos e a comunicação facilitada com o técnico de laboratório.<sup>(18)</sup>

Apesar das vantagens mencionadas, o CAD/CAM é uma tecnologia dispendiosa que envolve um investimento em vários dispositivos de elevado custo, como scanner, fresadora ou impressora 3D.<sup>(18)</sup>

Primeiramente é efetuado o desenho virtual da prótese em computador (CAD - *Computer Aided Design*) sendo depois elaborada a peça propriamente dita por uma máquina de fresagem ou por impressão tridimensional (3D) (CAM - *Computer Aided Manufacturing*).<sup>(19)</sup>

Para se efetuar o desenho virtual protético (CAD), é necessário haver uma aquisição de imagem através de *scanners* intra ou extra-orais. Com os *scanners* intra-orais, é possível obter a imagem de ambas as arcadas diretamente da boca do paciente e ainda o seu registo intermaxilar, sendo por isso um procedimento mais rápido e fácil.<sup>(20)</sup> As imagens obtidas a partir do *scanner* são enviadas para um *software*, onde é possível visualizar o espaço disponível para o material restaurador,

a sua espessura, todas as áreas retentivas, áreas de contacto oclusal e proximal, conseguindo-se identificar erros na elaboração do preparo, otimizando o planeamento da restauração final.<sup>(20)</sup>

No segundo passo da tecnologia CAD/CAM, que consiste na produção do objeto desenhado virtualmente, podem ser utilizados dois métodos: o subtrativo e o aditivo. No método subtrativo a produção da peça é efetuada numa fresadora a partir de discos de resina, cerâmica ou metal que são desgastados até se obter a restauração previamente planeada. Para além desta técnica de fabrico, existe ainda o método aditivo também designado de impressão 3D, no qual o objeto é construído camada-a-camada a partir de uma impressora.<sup>(20)</sup>

### **1.3 Técnicas de confeção das restaurações provisórias**

As restaurações provisórias podem ser produzidas através de dois métodos, o direto, no qual a restauração é efetuada diretamente sobre o dente preparado ou o indireto em que a restauração é elaborada fora da boca, sobre um modelo de gesso.<sup>(21)</sup>

O método indireto de confeção de provisórios, envolve a produção da restauração fora boca, em laboratório, ajudando a eliminar problemas associados à técnica direta. Através desta técnica, não há contacto do dente ou dos tecidos adjacentes aos dentes com o monómero residual livre, diminuindo-se assim a possibilidade de ocorrerem danos nos tecidos, reações alérgicas ou sensibilidade. Para além disso evita-se que o dente seja sujeito ao aumento de temperatura resultante da reação de polimerização da resina, conseguindo-se uma melhor adaptação marginal.<sup>(4)</sup>

No método direto, a coroa é efetuada na própria consulta, diretamente na boca do paciente, sendo necessárias menos consultas. No entanto, pode ocorrer trauma nos tecidos ao redor do dente devido à polimerização da resina e a uma inadequada adaptação marginal.<sup>(4)</sup>

### **1.4 Cor e parâmetros colorimétricos**

A cor das reabilitações protéticas é um parâmetro estético importante para o paciente, cabendo ao Médico Dentista selecionar materiais restauradores estéticos

para maximizar a recriação da estrutura natural do dente, sendo o Técnico de Prótese o responsável por replicar a restauração final o mais estético e natural possível.<sup>(22-25)</sup>

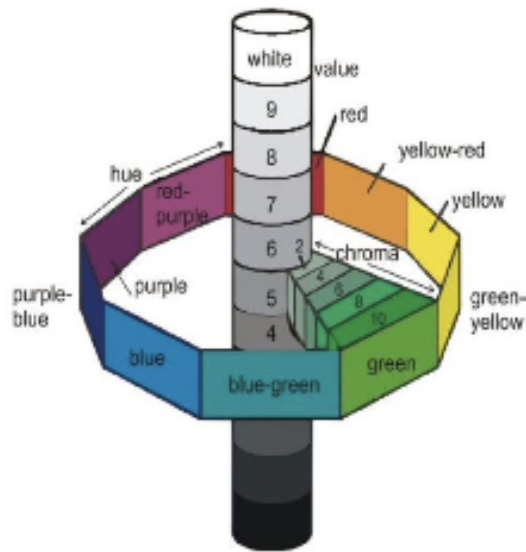
Uma perceptível alteração de cor da restauração provisória pode comprometer a aceitabilidade da restauração por parte do paciente. Assim, a estabilidade de cor é um critério importante na seleção do material a utilizar nestas restaurações nomeadamente se se prevê que a utilização dos provisórios vai ser prolongada ou quando se trata de uma zona estética.<sup>(26)</sup>

A cor dos dentes é definida pela combinação dos efeitos de colorações intrínsecas e extrínsecas. A cor intrínseca de um dente é determinada pela forma como a luz é espalhada e absorvida na superfície do mesmo. O esmalte dentário é translúcido não ofuscando totalmente a cor da dentina subjacente e, portanto, esta tem um papel significativo na determinação da cor geral do dente.<sup>(27-29)</sup>

As manchas nas superfícies dentárias são uma característica extrínseca, sendo determinada pela formação de regiões coloridas dentro da película adquirida na superfície do esmalte, podendo ser influenciados, pela má técnica de escovação dos dentes, hábitos tabágicos, dieta com ingestão frequente de alimentos muito pigmentados, idade do paciente e exposição a sais de ferro e clorhexidina.<sup>(30,31)</sup>

A alteração de cor das restaurações provisórias pode ser um problema estético, especialmente quando o plano de tratamento requer provisionamento de longa duração. Embora o uso dos estabilizadores tenha diminuído as alterações de cor induzidas quimicamente, os provisórios são propensos à absorção de líquidos, logo a pigmentação pode facilmente produzir alterações de cor.<sup>(32,33)</sup> A estabilidade de cor dos materiais restauradores provisórios pode ser um critério decisivo na escolha do material a utilizar em áreas estéticas. O grau de alteração de cor pode ser afetado devido a vários fatores tais como: polimerização incompleta da resina, absorção de água, reatividade química, dieta, higiene oral ou rugosidade de superfície das restaurações.<sup>(26)</sup>

São vários os sistemas de ordem de cor disponíveis, no entanto, pela sua flexibilidade, simplicidade e consistência, o sistema de ordem de cor de Munsell, criado em 1915, é o sistema de eleição em Medicina Dentária. Neste sistema a cor é representada por três dimensões: matiz, valor e saturação (Figura 1).



**Figura 1.** Dimensões da cor segundo o Sistema de Munsell<sup>(34)</sup>

Matiz é a qualidade que distingue uma família de cores de outra, sendo descrita como o principal comprimento de onda refletido pela interação da luz e do objeto. É a dimensão da cor mais fácil de reconhecer, corresponde à tonalidade da cor.<sup>(35)</sup> Em Medicina Dentária é representada pelas letras A, B, C e D na conhecida escala VITA®.<sup>(36)</sup>

Croma é o grau de saturação, intensidade, pureza ou quantidade de um tom de pigmentação específico.<sup>(37)</sup> Croma e valor são inversamente proporcionais, quando um aumenta o outro diminui.<sup>(35)</sup> Na escala VITA®, o croma é representado por números.<sup>(36)</sup>

Valor significa a quantidade de luz que é refletida de um objeto. O brilho de qualquer objeto é diretamente proporcional à luz que o objeto reflete.<sup>(35,36)</sup> Assim, objetos que refletem pouca luz têm baixo valor, apresentando-se mais cinzentos, parecendo mais escuros.<sup>(35)</sup> O brilho de uma coroa pode ser aumentado de duas formas: usando uma porcelana mais leve (com menos croma) ou então, aumentando a refletividade da superfície.<sup>(36)</sup> Reduzir o valor significa que uma menor quantidade de luz reflete do objeto iluminado e a luz extra absorve ou dispersa em outro lugar.<sup>(35)</sup> Considerando a seleção de cor em Medicina Dentária, o valor é o aspeto mais importante a considerar, uma vez que pequenas diferenças na quantidade de valor são mais facilmente identificáveis do que pequenas diferenças na matiz ou no croma.<sup>(37)</sup>

### **1.5 Métodos de avaliação da cor**

Instrumentos e sistemas de medição de cor são cada vez mais usados em pesquisas na área da Medicina Dentária para avaliação de limiares de cor visual, comparação entre avaliações visuais e instrumentais, compatibilidade e estabilidade de cor, estudos de branqueamento dentário e interações de cor de dentes naturais e materiais restauradores.<sup>(22)</sup> Existem muitos métodos para medir a cor dos dentes e vão desde comparações visuais usando guias de cores até medições instrumentais usando espectrofotômetros, colorímetros, espectrorradiômetros e técnicas de análise de imagem digital.<sup>(25)</sup>

A determinação visual da cor através da comparação com guias de padrões de cor é o método mais frequentemente utilizado pelos Médicos Dentistas e serve como método de comunicação com o laboratório de prótese.<sup>(23)</sup> É um processo inconsciente e subjetivo, onde fatores como a idade, o género, a fadiga ocular e deficiências na visão de cores podem afetar a seleção da tonalidade.<sup>(25)</sup> Para a seleção correta da cor, o paciente não deve ter batom nos lábios, o clínico deve colocar a amostra a uma distância entre 30 a 35 cm de distância, não é aconselhado olhar por mais de 3 segundos, devendo o Médico Dentista descansar os olhos, olhando para uma superfície mais azulada ou acinzentada antes de olhar para a amostra e para o dente novamente.

Aquando da seleção da cor, a fonte de luz é um fator bastante importante a ter em conta. No consultório dentário existem três fontes de luz: a natural, a do refletor, que se encontra no equipamento, e a artificial. As condições ideais para a selecionar a cor do dente são fornecidas por uma luz com uma temperatura de cor entre 5.500K e 6.500K e o índice de reprodução de cores (CRI) superior a 90.<sup>(38)</sup>

Os espectrofotômetros medem a quantidade de energia luminosa refletida de um objeto em intervalos de 1 a 25 nm ao longo do espectro visível e podem converter a refletância espectral medida em coordenadas de cor (CIE XYZ, CIEL\*a\*b\* ou CIELCH) e vários valores de tonalidade de dente. Podendo ser uma única tonalidade ou estruturar diferenças subtis de tonalidade na superfície do dente.<sup>(25)</sup>

Os colorímetros medem os valores tristimulus (CIE XYZ) filtrando a luz refletida de um objeto em áreas vermelhas, verdes e azuis do espectro visível e convertendo-

os em valores CIEL\*a\*b\*. Os principais elementos óticos incluem uma fonte de luz e um detetor que consiste em três filtros destinados a ter uma correspondência próxima às funções de correspondência de cores CIE ou a uma combinação linear delas. Em geral, os colorímetros demonstraram ser confiáveis, têm boa repetibilidade e são precisos para medições de diferença de cor.<sup>(39,40)</sup>

Os espectrorradiômetros medem quantidades radiométricas emitidas ou refletidas por objetos ao longo do espectro visível. Os valores colorimétricos são expressos por luminância e iluminância para unidades de radiância e irradiância, respetivamente, e podem ser convertidos em coordenadas de cor (CIE XYZ, CIEL\*a\*b\* e CIECLH). As principais diferenças entre espectrofotômetros e espectrorradiômetros são que os últimos não possuem fontes de luz embutidas e são dispositivos de medição sem contato.<sup>(25)</sup>

Outro método de medição de cor sem contato é o uso de imagens digitais. As câmaras digitais gravam num material sensível à luz e produzem imagens representadas pelos valores de vermelho, verde e azul para cada pixel. Há um interesse crescente no uso de imagens digitais para correspondência de cores e comunicações em Medicina Dentária. As vantagens dessa abordagem incluem: medição sem contato; capacidade de avaliar toda a superfície do dente; o erro sistemático devido à translucidez e curvatura da superfície pode ser minimizado; fornece um banco de dados permanente de imagens que podem ser analisadas e investigadas posteriormente e é uma operação rápida e simples, que não necessita de ser executada por um clínico.<sup>(25)</sup>

### **1.6. Sistema de cor CIEL\*a\*b\***

A técnica mais comum para determinar alterações de cor num material e avaliar os parâmetros de cor é o sistema CIEL\*a\*b\*. Trata-se de um método desenvolvido em 1978, pela *Commission Internationale de l'Eclairage* para caracterizar a cor baseado na percepção humana.<sup>(41)</sup> De acordo com o sistema CIEL\*a\*b\* recomendado pela ADA (*American Dental Association*) todas as cores naturais são derivadas da combinação das três cores básicas: vermelho, azul e verde. Desta forma, a cor é designada de acordo com 3 coordenadas espaciais: L\*, a\* e b\*, onde L\* representa o brilho (valor de uma sombra, a\* significa a quantidade de cor vermelha-verde, e b\* a quantidade

de cor amarelo-azul. O valor de  $L^*$  varia entre 0 e 100, sendo que 0 é preto e 100 é branco. À medida que o valor de  $a^*$  se torna mais positivo, a cor é mais vermelha, pelo contrário, quanto mais negativo mais se aproxima da cor verde. Relativamente ao valor de  $b^*$ , quando este é positivo a cor é mais amarela, mas se este valor for mais negativo a cor aparecerá mais azul (Figura 2).<sup>(42)</sup>

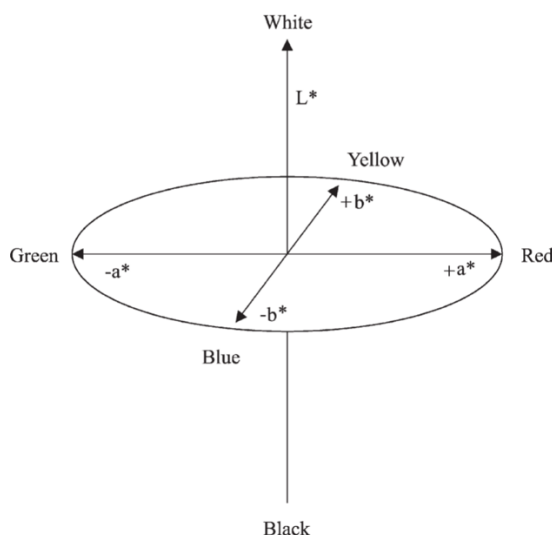


Figura 2. Coordenadas  $L^*a^*b^*$ <sup>(23)</sup>

As variações nos valores destas coordenadas podem ser usadas para determinar a variação de cor ( $\Delta E$ ) de dois objetos.<sup>(43)</sup>

Valores de  $\Delta E$  iguais ou inferiores a 3.7 são considerados clinicamente aceitáveis, ou seja, a olho nu não é possível observar diferenças na variação de cor, enquanto valores de  $\Delta E$  inferiores a 1.0 são imperceptíveis a olho nu.<sup>(42,44)</sup>

O *National Bureau of Standards* (NBS) classifica a forma como a alteração de cor é avaliada pelo olho humano. Consiste numa fórmula que converte a variação de cor em unidades NBS, que são utilizadas para determinar o nível de variação de cor clinicamente aceitável. A análise desses resultados é conhecida como “Inspeção Visual Objetiva”. Somente quando ocorrem diferenças visuais consideradas significativas, a partir de um valor igual ou superior a 3, essas variações são consideradas aceitáveis. Os valores das unidades NBS têm os seguintes significados clínicos: <sup>(45,46)</sup>

- 0,0 – 0,5 → Vestigial
- 0,5 – 1,5 → Leve

- 1,5 – 3,0 → Percetível
- 3,0 – 6,0 → Apreciável
- 6,0 – 12,0 → Marcada
- 12,0 > → Muito marcada

### **1.7 Objetivos de estudo**

O principal objetivo deste estudo laboratorial *in vitro* é avaliar a estabilidade de cor de diferentes resinas utilizadas na confeção de restaurações provisórias em Prótese Fixa.

Como hipótese nula considera-se que: “não existem diferenças na estabilidade de cor das diferentes resinas utilizadas para confeção de provisórios em Prótese Fixa após a imersão em soluções corantes”.





## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**



## 2.1. Desenho do estudo

A presente investigação é do tipo experimental e consiste na avaliação quantitativa da alteração de cor de quatro grupos de resinas acrílicas utilizadas na confecção de provisórios em Prótese Fixa após imersão em duas soluções corantes (café e vinho tinto) e numa solução padrão (água destilada) – Figura 3.

As resinas utilizadas para este estudo experimental foram manuseadas de acordo com as indicações do fabricante. No caso das resinas acrílicas e bis-acrílicas foi utilizado um molde de resina de impressão 3D com as dimensões definidas para os provetes.

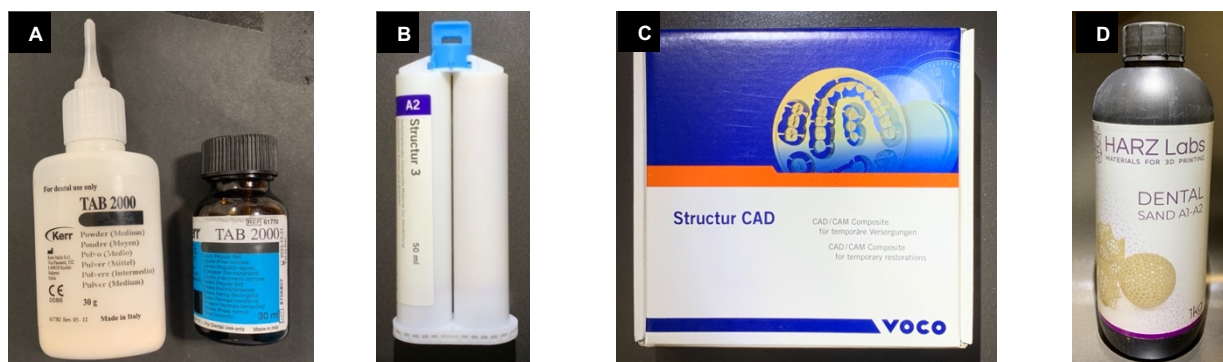
## 2.2. Amostras em estudo

As resinas utilizadas neste estudo encontram-se descritas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Tipo de resinas para coroas provisórias

Tipo de resina	Nome	Marca Comercial	País de Origem
PMMA	Tab 2000	Kerr®	Suíça
Bis-acrílica	Structur 3	VOCO GmbH®	Alemanha
Fresagem	Structur CAD	VOCO GmbH®	Alemanha
Impressão 3D	Dental Sand	Harz Labs®	Rússia

Para este estudo experimental foram confeccionados quinze provetes de cada tipo de resina, de forma circular e de dimensões padronizadas (10mm de diâmetro e 2mm de espessura), totalizando 60 provetes em estudo.



**Figura 3.** Resinas acrílicas utilizadas no estudo: A - Resina acrílica; B - Resina bis-acrílica; C - Resina de fresagem; D - Resina de impressão 3D

### 2.3. Critérios de inclusão e exclusão da amostra

Os provetes em estudo foram avaliados de acordo com a qualidade de superfície e dimensões pré-definidas. Os que não cumpriam com os critérios de qualidade foram excluídos da avaliação.

### 2.4. Variáveis em estudo

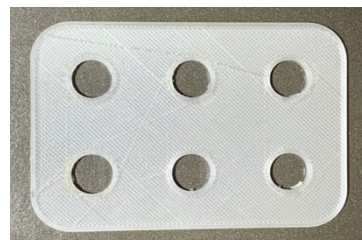
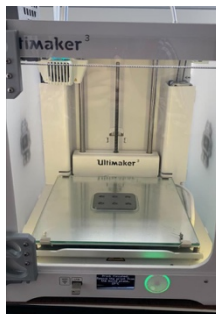
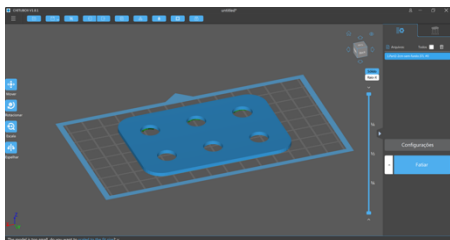
Para este estudo foram definidas as seguintes variáveis:

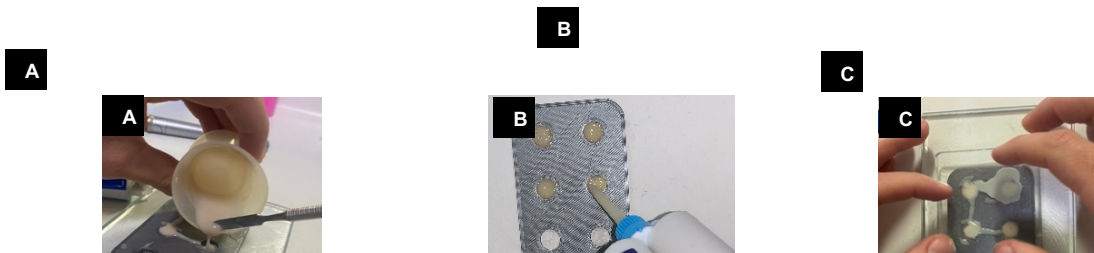
- Variável dependente: Variação de Cor
- Variável independente: Tipos de resina (Resina acrílica, resina bis-acrílica, resina acrílica de fresagem, resina acrílica de impressão 3D) e os tipos de soluções corantes (vinho tinto e café)

### 2.5. Protocolo de confecção dos provetes

#### Resinas acrílicas convencionais

- Desenho virtual de um molde num programa informático CAD *Solidworks*® (Figura 4A);
- Desenho CAD convertido num ficheiro de impressão STL;
- Impressão do molde numa impressora 3D de tecnologia *fused deposition modeling* (Ultimaker 3) com ácido polilático (PLA) (Figuras 4B e 4C); A resina TAB 2000, foi manipulada de acordo com as instruções do fabricante. Para a resina *Structur 3*®, o cartucho foi inserido no dispensador e utilizando uma ponta auto-misturadora;
- Depois de devidamente vaselinado, em cada poço do molde foi colocada a resina e este foi mantido sob pressão entre duas placas de vidro (Figura 5).





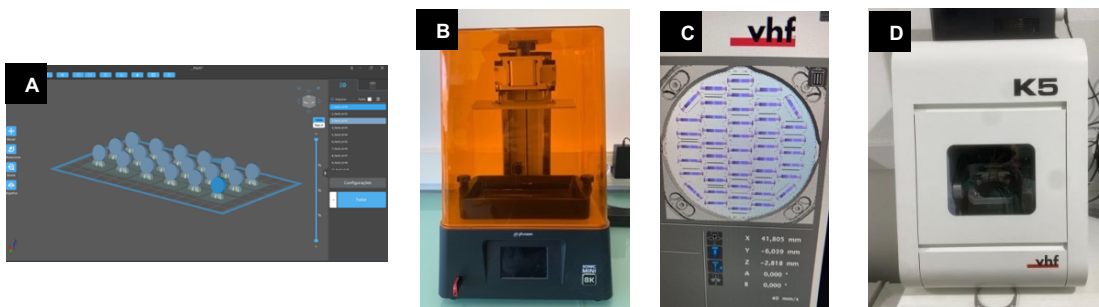
**Figura 4.** Confeção de molde para provetes de resina convencional: A - Desenho CAD; B - Impressora 3D (Ultimaker 3); C – Molde impresso em PLA



**Figura 5.** Confeção de provetes de resinas convencionais: A - Resina acrílica nos poços; B - Resina Bis-acrílica nos poços; C - Pressão digital com duas placas de vidro

### Resinas acrílicas da tecnologia CAD/CAM

- Desenho virtual dos provetes utilizando um programa informático de CAD *Solidworks®*;
- Desenho CAD convertido em um ficheiro STL;
- Resinas CAD/CAM para impressão 3D: o ficheiro STL foi utilizado num programa informático (*Chitobox®*) para criação da mesa de impressão (Figura 6A). O ficheiro de impressão foi depois enviado para a impressora 3D (*Phrozen Sonic Mini® 8K* – Figura 6B) que por fotopolimerização camada a camada construiu os provetes;
- Resinas CAD/CAM por fresagem: o ficheiro STL foi envidado para a fresadora (*VHF K5*) que com a utilização de brocas cortou os provetes no disco de resina;(Figura 6C e 6D).



**Figura 6.** Confeção de provetes de resinas CAD/CAM: A – Mesa de impressão 3D; B – Impressora Phrozen Sonic Mini 8K; C – Mesa de fresagem; D – Fresadora (VHF K5)

## 2.6. Verificação da qualidade dos provetes

- Avaliação da integridade física: presença de fraturas ou irregularidades de superfície detetáveis a olho nu;
- Verificação das dimensões pré-definidas com recurso a um paquímetro digital (Mitutoyo, ABSOLUTE AOS DIGMATIC®, Alemanha). (Figura 7)



Figura 7. Paquímetro digital

## 2.7. Polimento

Os provetes foram submetidos a igual polimento, com discos de polimento Sof-Lex (3M ESPE) em contra-ângulo, de diferentes gramagens, começando no grão mais grosso (vermelho) até ao mais fino (amarelo) (Figura 8). Assim, tentou-se simular o polimento realizado em consultório de igual forma em todos os provetes, independentemente da resina.

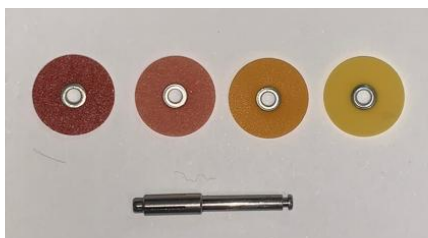


Figura 8. Discos de polimento

## 2.8. Protocolo de imersão

Os provetes foram todos imersos em água destilada e colocados numa estufa a 37°C durante 24h antes da imersão nas soluções corantes e na solução padrão.

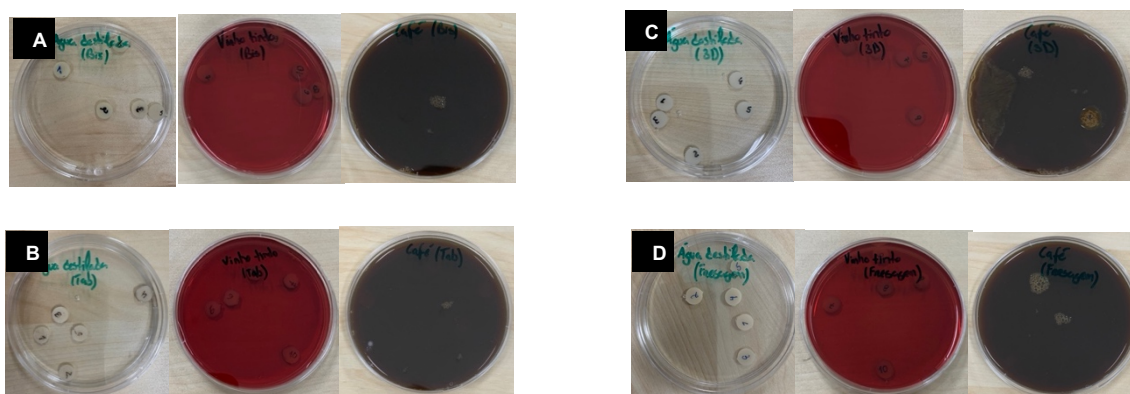
Imersão de cinco provetes de cada tipo de resina em estudo em 30ml de cada uma das soluções A solução de café foi preparada na proporção de 3g de café para 100ml de água (Tabela 2)(Figuras 9 e 10).

**Tabela 2.** Materiais e soluções utilizadas

Material	Soluções corantes
Resina bis-acrílica (Structur 3 – VOCO)	Grupo controlo – H <sub>2</sub> O destilada (n=5) Vinho tinto (n=5) Café (n=5)
Resina PMMA (Tab 2000 – Kerr)	Grupo controlo – H <sub>2</sub> O destilada (n=5) Vinho tinto (n=5) Café (n=5)
Resina para impressão 3D (Dental Sand – Harz lab)	Grupo controlo – H <sub>2</sub> O destilada (n=5) Vinho tinto (n=5) Café (n=5)
Resina para fresagem (Structur CAD – VOCO GmbH)	Grupo controlo – H <sub>2</sub> O destilada (n=5) Vinho tinto (n=5) Café (n=5)



**Figura 9.** Soluções utilizadas: A - Água destilada; B - Café; C - Vinho tinto



**Figura 10.** Provetes nas soluções: A - Resina bis-acrílica; B - Resina acrílica; C - Resina de impressão 3D; D - Resina de fresagem

## 2.9. Leitura da Variação de Cor

A fim de avaliar a coloração das amostras, um colorímetro foi utilizado em três momentos distintos previamente estabelecidos. Como parte do procedimento, foram realizadas três medições em três áreas distintas da superfície de cada provete, a fim de obter resultados mais precisos e confiáveis.

1. A avaliação quantitativa da alteração de cor foi realizada de acordo com o sistema CIEL\*a\*b\* com recurso a um colorímetro calibrado PCE-CSM 5 (PCE instruments®) (Figura 11) respeitando as instruções do fabricante.



**Figura 11.** Colorímetro

2. Previamente à realização de qualquer medição, foi necessário calibrar o colorímetro. Para isso, utilizou-se uma peça branca padronizada fornecida pelo fabricante. As medições foram feitas com iluminação também padronizada, correspondente à luz média diária e a base utilizada foi sempre a mesma, uma folha de papel branca.
3. Para todas as amostras foram analisadas as diferenças de cor para cada provete, de cada um dos diferentes tipos de resina, em cada uma das soluções, para os respetivos intervalos de tempo T0-T1 (diferença de cor após 24h de imersão em cada solução), T1-T2 (diferença de cor entre as 24h e os 10 dias de imersão em cada solução), e T0-T2 (diferença entre o valor inicial e os 10 dias de imersão em cada solução). Com isto, foi realizado o cálculo da média e do desvio padrão para conseguirmos observar valores significativos.
4. O cálculo das diferenças de cor ( $\Delta E^*$ ), foi efetuado através da comparação das medições iniciais (antes da imersão nas respetivas soluções), utilizando a seguinte fórmula:  $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ .
5. A conversão dos valores da variação de cor para unidades NBS, foi realizado através do seguinte cálculo:  $\Delta E^* \times 0,92$ .

## **2.10. Análise estatística**

Após a recolha dos dados foi efetuada a codificação e inserção dos mesmos numa base de dados no *software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versão 26.0, onde se realizou o tratamento estatístico, tendo em consideração os objetivos do estudo.

Os dados foram inseridos no programa *Microsoft Excel* (versão 16.74) e, em seguida, foram calculadas as médias por amostra e por grupo nos três tempos de leitura, conforme apresentado no Anexo I.

Para a análise descritiva recorreu-se às medidas estatísticas: média, desvio padrão, mínimo e máximo.

Dado que as variáveis dependentes (variação da cor) podem ser influenciadas por dois fatores: material e solução, foi aplicada uma análise de variância (ANOVA) fatorial. Este método permite estudar o efeito de cada um dos fatores, bem como o efeito da interação entre os fatores. Assim sendo, quando se rejeita a hipótese nula na Anova, significa que o fator em estudo tem efeito estatisticamente significativo sobre a variável dependente. O valor de significância estatística definido foi de 5%.





### **3. RESULTADOS**



### 3.1. Variação de cor $\Delta E$

Através da análise de resultados, conforme demonstrado na Tabela 3, estudou-se o impacto da solução (água destilada, vinho e café) nos diferentes materiais utilizados enquanto a solução de água destilada apresentou os valores mais baixos

Portanto, verificou-se que a solução de água destilada foi estável em todas as resinas analisadas, enquanto a solução de café resultou em valores clinicamente inaceitáveis nas resinas Structur 3 e de Impressão 3D, mas manteve-se estável nas restantes resinas. Na solução de vinho, o único material que obteve um resultado inaceitável foi a resina Structur 3.

**Tabela 3.** Caracterização da variação da cor após um dia

Material	Solução	$\Delta T1_{T0}$	
		Min-Max	$\bar{X} \pm s$
TAB	Água destilada	0,24-1,00	0,57±0,28
	Vinho	0,63-1,59	0,95±0,41
	Café	0,97-5,21	2,56±1,59
Structur 3	Água destilada	0,22-1,75	1,15±0,65
	Vinho	2,57-7,69	4,48±2,06
	Café	5,49-7,50	6,16±0,83
Fresagem	Água destilada	0,83-1,64	1,21±0,38
	Vinho	1,75-4,67	2,93±1,12
	Café	2,24-4,11	3,02±0,80
3D	Água destilada	0,41-3,15	1,37±1,05
	Vinho	2,35-2,86	2,58±0,19
	Café	7,64-10,01	8,42±0,96

Min-Max – Mínimo – Máximo;  $\bar{X}$  – média; s – desvio padrão;

Uma Anova fatorial completamente inter-sujeitos, com cálculo de variâncias homogêneas ( $F=1,317$ ,  $p =0,244$ ) revelou a existência de um efeito principal tanto para o material ( $F=25,499$ ,  $p <0,001$ ), quanto para a solução ( $F=77,939$ ,  $p <0,001$ ), além da interação entre os fatores ( $F=11,474$ ,  $p <0,001$ ). Esses fatores correspondem a medidas de efeito de 0,614; 0,765 e 0,589, respetivamente, calculadas com base no eta parcial (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resultados Anova fatorial para a variação da cor a um dia

Origem	F	Sig.	Eta parcial quadrado
Material	25,499	0,000	0,614
Solução	77,939	0,000	0,765
Material * Solução	11,474	0,000	0,589

Comparações múltiplas a posterior, calculadas com ajustamento de Bonferroni, revelam que as soluções diferem todas entre si (Tabela 5). Quanto aos materiais concluiu-se que as resinas TAB e de Fresagem diferem significativamente das outras, enquanto a resina Structur 3 e de impressão 3D são estatisticamente idênticos (Tabela 6).

**Tabela 5.** Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após um dia com ajustamento de Bonferroni para as soluções

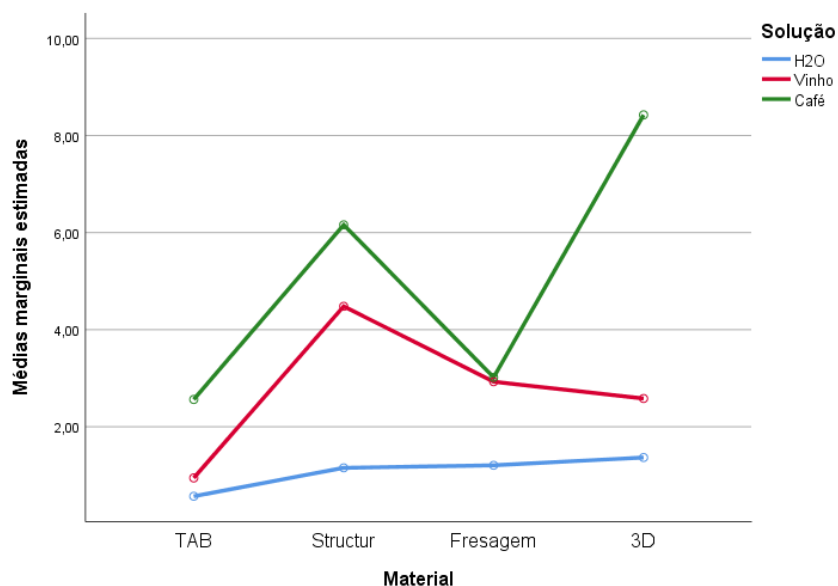
(I) Solução	(J) Solução	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
Água destilada	Vinho	-1,6610*	0,000	-2,4528	-0,8692
	Café	-3,9675*	0,000	-4,7593	-3,1757
Vinho	Água destilada	1,6610*	0,000	0,8692	2,4528
	Café	-2,3065*	0,000	-3,0983	-1,5147
Café	Água destilada	3,9675*	0,000	3,1757	4,7593
	Vinho	2,3065*	0,000	1,5147	3,0983

**Tabela 6.** Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após um dia com ajustamento de Bonferroni para os materiais

(I) Material	(J) Material	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
TAB	Structur	-2,5733*	0,000	-3,5876	-1,5591
	Fresagem	-1,0253*	0,046	-2,0396	-0,0111
	3D	-2,7653*	0,000	-3,7796	-1,7511
Structur 3	TAB	2,5733*	0,000	1,5591	3,5876
	Fresagem	1,5480*	0,001	0,5337	2,5623
	3D	-0,1920	1,000	-1,2063	,8223
Fresagem	TAB	1,0253*	0,046	0,0111	2,0396

	<b>Structur</b>	-1,5480*	0,001	-2,5623	-0,5337
	<b>3D</b>	-1,7400*	0,000	-2,7543	-0,7257
	<b>TAB</b>	2,7653*	0,000	1,7511	3,7796
<b>3D</b>	<b>Structur</b>	0,1920	1,000	-0,8223	1,2063
	<b>Fresagem</b>	1,7400*	0,000	0,7257	2,7543

Relativamente à interação entre o material e solução, e observando o gráfico 1, pode-se afirmar que na resina de Fresagem, a variação da cor do vinho e do café é semelhante. No entanto, nos outros materiais, a variação da cor difere consideravelmente entre as soluções.



**Gráfico 1.** Variações de cor após 1 dia de imersão

Seguidamente estudou-se o impacto da solução (água destilada, vinho e café) nos materiais utilizados (TAB, Structur 3, Fresagem e Impressão 3D) com base na variação da cor entre o 1º e 10º dias. A solução de café mostrou os resultados mais elevados em todos os materiais e a solução de água destilada apresentou os valores mais baixos. (Tabela 7). Contudo, verificou-se que a solução de água destilada permaneceu sempre estável, o vinho apenas apresentou resultados clinicamente inaceitáveis nas resinas Structur 3 e de Impressão 3D, enquanto no café não se observou alterações significativas na resina TAB.

**Tabela 7.** Caracterização da variação da cor entre o 1º e 10º dias

Material	Solução	$\Delta T_2 - T_1$	
		Min-Max	$\bar{X} \pm s$
TAB	Água destilada	0,39-2,78	1,01±1,02
	Vinho	0,18-1,92	1,00±0,63
	Café	1,44-1,98	1,80±0,22
Structur 3	Água destilada	0,17-1,41	0,94±0,47
	Vinho	7,20-9,95	8,67±1,02
	Café	10,00-13,08	11,91±1,37
Fresagem	Água destilada	1,09-2,28	1,53±0,52
	Vinho	1,34-2,57	1,70±0,51
	Café	2,84-5,24	3,76±0,98
3D	Água destilada	1,02-2,68	1,71±0,68
	Vinho	9,19-10,48	9,77±0,48
	Café	8,85-15,66	12,01±3,32

Min-Max – Mínimo – Máximo;  $\bar{X}$  – média; s – desvio padrão;

Uma análise de variância Anova fatorial completamente inter-sujeitos, considerando variâncias homogêneas ( $F=2,782$ ,  $p = 0,051$ ) revela a existência de um efeito principal tanto para o material ( $F=112,168$ ,  $p < 0,001$ ), quanto para a solução ( $F=128,266$ ,  $p < 0,001$ ) além de uma interação entre os fatores ( $F=27,831$ ,  $p < 0,001$ ) a que correspondem medidas de efeito de 0,875; 0,842 e 0,777, respetivamente, calculadas com base no eta parcial, conforme apresentado na Tabela 8.

**Tabela 8.** Resultados Anova fatorial para a variação da cor entre o 1º e 10º dias

Origem	F	Sig.	Eta parcial quadrado
Material	112,168	0,000	0,875
Solução	128,266	0,000	0,842
Material * Solução	27,831	0,000	0,777

Comparações múltiplas a posterior, calculadas com ajustamento de Bonferroni, revelam que as soluções diferem todas entre si (Tabela 9). Quanto aos materiais concluiu-se que a resina TAB difere significativamente das resinas Structur 3 e Impressão 3D, assim como a resina de Fresagem difere das resinas Structur 3 e de Impressão 3D. (Tabela 10).

**Tabela 9.** Resultados das comparações múltiplas da variação da cor entre o 1º e 10º dias com ajustamento de Bonferroni para as soluções

(I) Solução	(J) Solução	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
Água destilada	Vinho	-3,9885*	0,000	-4,9442	-3,0328
	Café	-6,0715*	0,000	-7,0272	-5,1158
Vinho	Água destilada	3,9885*	0,000	3,0328	4,9442
	Café	-2,0830*	0,000	-3,0387	-1,1273
Café	Água destilada	6,0715*	0,000	5,1158	7,0272
	Vinho	2,0830*	0,000	1,1273	3,0387

**Tabela 10.** Resultados das comparações múltiplas da variação da cor entre o 1º e 10º dias com ajustamento de Bonferroni para os materiais

(I) Material	(J) Material	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
TAB	Structur	-5,9047*	0,000	-7,1289	-4,6804
	Fresagem	-1,0587	0,128	-2,2829	0,1656
	3D	-6,5593*	0,000	-7,7836	-5,3351
Structur 3	TAB	5,9047*	0,000	4,6804	7,1289
	Fresagem	4,8460*	0,000	3,6218	6,0702
	3D	-0,6547	0,886	-1,8789	0,5696
Fresagem	TAB	1,0587	0,128	-0,1656	2,2829
	Structur	-4,8460*	0,000	-6,0702	-3,6218
	3D	-5,5007*	0,000	-6,7249	-4,2764
3D	TAB	6,5593*	0,000	5,3351	7,7836
	Structur	0,6547	0,886	-0,5696	1,8789
	Fresagem	5,5007*	0,000	4,2764	6,7249

Com base na análise da interação do material e a solução, e atendendo ao Gráfico 2, pode-se afirmar que não houve interação entre as soluções vinho e café para os quatro materiais. No entanto, observou-se interação entre as soluções água destilada e vinho nos materiais TAB e Fresagem.

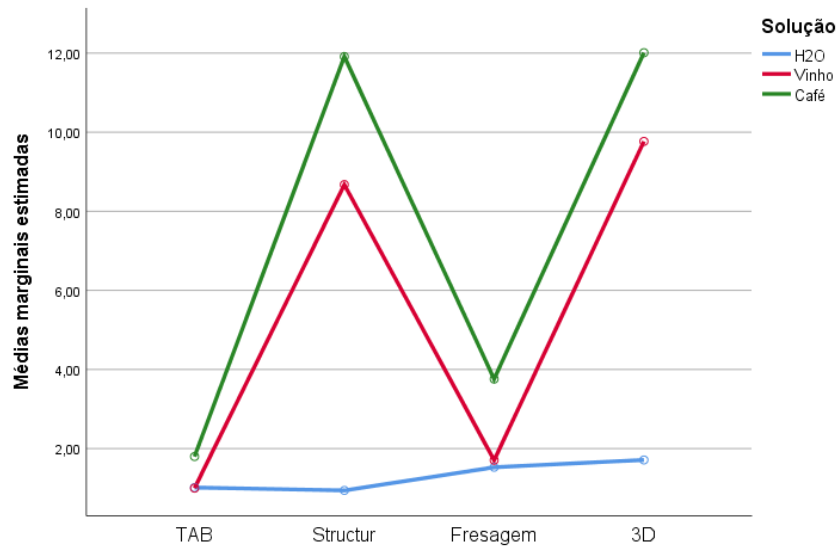


Gráfico 2. Variação de cor entre o 1º e o 10º dia

Por fim, foi estudado o impacto da solução (água destilada, vinho e café) nos diferentes materiais com base na variação da cor após 10 dias. A solução café apresenta os resultados mais elevados em todos os materiais. Por outro lado, a solução de água destilada apresentou os valores mais baixos (Tabela 11).

A análise desses resultados revela que a solução café apresentou alterações clinicamente inaceitáveis em todas as resinas. Em contraste, a solução de água destilada manteve-se estável. No vinho apenas a resina acrílica apresentou alterações aceitáveis.

**Tabela 11.** Caracterização da variação da cor após 10 dias

Material	Solução	$\Delta T2\_T0$	
		Min-Max	$\bar{X} \pm s$
TAB	Água destilada	0,35-2,80	1,21±1,02
	Vinho	0,84-2,29	1,61±0,66
	Café	2,30-6,77	3,77±1,82
Structur 3	Água destilada	0,67-1,46	1,08±0,32
	Vinho	8,37-13,16	10,52±1,77
	Café	15,29-20,52	17,99±2,09
Fresagem	Água destilada	1,31-2,76	1,75±0,57
	Vinho	3,04-4,79	3,96±0,64
	Café	5,36-7,31	6,44±0,73
3D	Água destilada	1,93-2,97	2,49±0,42
	Vinho	8,93-11,99	10,72±1,25
	Café	16,51-23,32	20,25±2,85

Min-Max – Mínimo – Máximo;  $\bar{X}$  – média; s – desvio padrão;

Uma Anova fatorial completamente inter-sujeitos, com o cálculo para variâncias homogêneas ( $F=1,843$ ,  $p = 0,072$ ) revela a existência de um efeito principal para o material ( $F=145,675$ ,  $p < 0,001$ ), para a solução ( $F=280,354$ ,  $p < 0,001$ ) e para a interação entre os fatores ( $F=41,148$ ,  $p < 0,001$ ) a que correspondem medidas de efeito de 0,901; 0,921 e 0,837, respetivamente, calculadas com base no eta parcial (Tabela 12).

**Tabela 12.** Resultados Anova fatorial para a variação da cor após 10 dias

Origem	F	Sig.	Eta parcial quadrado
Material	145,675	0,000	0,901
Solução	280,354	0,000	0,921
Material * Solução	41,148	0,000	0,837

Comparações múltiplas a posterior, calculadas com ajustamento de Bonferroni, revelam que as soluções diferem todas entre si (Tabela 13). Quanto aos materiais concluiu-se que as resina TAB e de Fresagem diferem significativamente de todos os outros materiais, mas as resinas Structur 3 e de Impressão 3D são estatisticamente idênticas (Tabela 14).

**Tabela 13.** Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após 10 dias com ajustamento de Bonferroni para as soluções

(I) Solução	(J) Solução	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
Água destilada	Vinho	-5,0675*	0,000	-6,1656	-3,9694
	Café	-10,4795*	0,000	-11,5776	-9,3814
Vinho	Água destilada	5,0675*	0,000	3,9694	6,1656
	Café	-5,4120*	0,000	-6,5101	-4,3139
Café	Água destilada	10,4795*	0,000	9,3814	11,5776
	Vinho	5,4120*	0,000	4,3139	6,5101

**Tabela 14.** Resultados das comparações múltiplas da variação da cor após 10 dias com ajustamento de Bonferroni para os materiais

(I) Material	(J) Material	Diferença média (I-J)	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
				Limite inferior	Limite superior
TAB	Structur	-7,6673*	0,000	-9,0739	-6,2607
	Fresagem	-1,8574*	0,004	-3,2613	-0,4481
	3D	-8,9567*	0,000	-10,2613	-7,5501
Structur 3	TAB	7,6673*	0,000	6,2607	9,0739
	Fresagem	5,8127*	0,000	4,4061	7,2193
	3D	-1,2893	0,090	-2,6959	0,1173
Fresagem	TAB	1,8574*	0,004	0,4481	3,2613
	Structur	-5,8127*	0,000	-7,2193	-4,4061
	3D	-7,1020*	0,000	-8,5086	-5,6954
3D	TAB	8,9567*	0,000	7,5501	10,3633
	Structur	1,2893	0,090	-0,1173	2,6959
	Fresagem	7,1020*	0,000	5,6954	8,5086

No que diz respeito à interação do material e solução, e atendendo ao Gráfico 3, pode-se afirmar que não existiu interação entre as soluções vinho e café para os quatro materiais, mas na solução de água destilada existe nos materiais TAB e Fresagem.

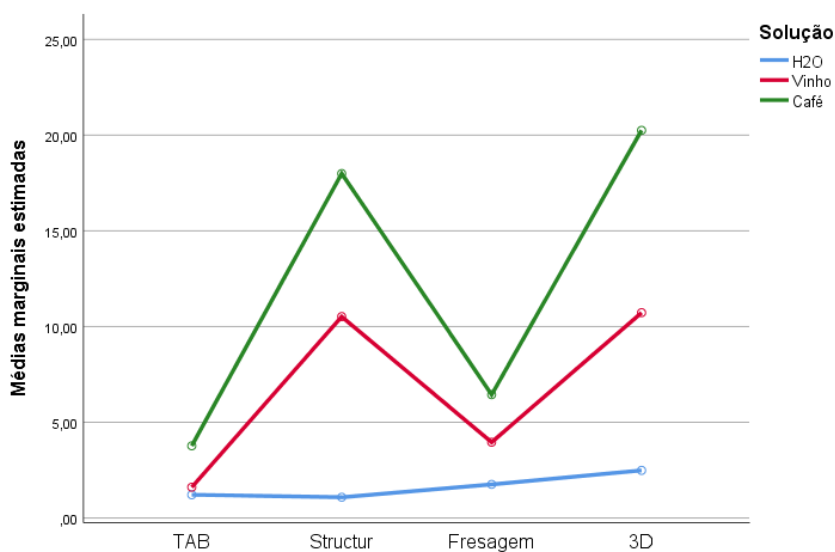


Gráfico 3. Variação de cor após 10 dias

### 3.2. Inspeção Visual Objetiva (Unidades NBS)

De acordo com os valores da  $\Delta E^*$  obtidos foram calculadas as variações de cor em unidades NBS para cada provete, de cada um dos diferentes tipos de resina, em cada uma das soluções e nos respetivos tempos de leitura: T0-T1, T1-T2 e T0-T2. Na Tabela 15 encontra-se a média dos valores NBS da resina acrílica (TAB 2000) em cada solução, após as primeiras 24h (T0-T1), sendo possível observar que na água destilada e no vinho a variação de cor foi considerada “leve” e no café observou-se uma variação “perceptível”. Quanto aos valores médios em T1-T2, verifica-se que na solução de água destilada e de vinho ocorreram alterações “leve” e no café a alteração é “apreciável”. No intervalo T0-T2 através dos valores médios é possível observar que a solução controlo e o vinho obtiveram uma variação “leve”, enquanto o café obteve uma variação “apreciável”.

**Tabela 15.** Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - TAB 2000

	NBS T1 - T0	NBS T2- T1	NBS T2 - T0
H2O	0,52	0,93	1,12
Vinho	0,87	0,92	1,48
Café	2,36	1,65	3,47

Em relação aos valores médios da resina bis-acrílica (Structur 3), é possível observar que após as primeiras 24h (T0-T1), ocorreu uma variação “leve” para a solução de água destilada, e “apreciável” nas soluções de vinho e café. Em relação aos valores obtidos em T1-T2, na solução de água destilada a variação foi “leve” enquanto no vinho e no café foi “marcada”. No intervalo T0-T2, na solução de água destilada quase não ocorreu variação significativa, mantendo-se “leve”, já no café, tal como no vinho, verifica-se uma variação “marcada” e “muito marcada”, respetivamente (Tabela 16).

**Tabela 16.** Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - Structur 3

	NBS T1 - T0	NBS T2- T1	NBS T2 - T0
H2O	1,06	0,86	0,99
Vinho	4,12	7,98	9,67
Café	5,67	10,96	16,55

No que diz respeito aos provetes da resina de fresagem (Structur CAD), após o 1º dia (T0-T1) de imersão na solução de água destilada ocorreu uma variação “leve”, e nas soluções de vinho e café esta variação foi “percetível”. Em relação ao intervalo T1-T2, na solução de água destilada ocorreu um aumento da variação, mas mantém-

se “leve”, assim como nas soluções de vinho e café que passaram para “percetível” e “apreciável”, respetivamente. Na leitura do intervalo T0-T2, ocorreu um aumento da variação de cor em todas as soluções. Desta forma a solução de água destilada obteve resultados considerados “percetíveis”, já as outras duas soluções obtiveram alterações “marcadas” (Tabela 17).

**Tabela 17.** Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - Structur CAD

	NBS T1 - T0	NBS T2- T1	NBS T2 - T0
H2O	1,11	1,4	1,61
Vinho	2,7	1,57	3,64
Café	2,78	3,46	5,93

Na Tabela 18 encontram-se os valores de variação de cor da resina de Impressão 3D (Dental Sand). No intervalo T0-T1, na solução de água destilada o valor médio indica que houve uma variação “leve”, no vinho “percetível” e no café “marcada”. Quanto ao intervalo T1-T2, na solução de controlo foi possível observar uma variação “percetível”, sendo que no vinho e no café ocorreu uma alteração considerável, sendo esta classificada como “marcada”. No intervalo T0-T2, nas soluções de água destilada e de vinho as variações mantiveram-se com o mesmo significado, já no café registou-se um aumento, passando a ser “muito marcada”.

**Tabela 18.** Variação de cor em unidades NBS para cada provete em cada solução - Dental Sand

	NBS T1 - T0	NBS T2- T1	NBS T2 - T0
H2O	1,26	1,58	2,29
Vinho	2,38	8,99	9,87
Café	7,75	11,05	18,63





## **4. DISCUSSÃO**



A presente investigação laboratorial teve como principal objetivo a avaliação da alteração de cor de quatro tipos de resinas acrílicas, para restaurações provisórias em Prótese Fixa, com recurso a um colorímetro. Assim, podemos ajudar o Médico Dentista a selecionar o melhor material a utilizar mediante cada caso clínico, ou seja, dependendo da duração do tratamento, se a restauração permanecerá em boca durante um longo ou curto período de tempo.

As restaurações temporárias são comumente utilizadas durante o período entre a preparação dos dentes e a cimentação da restauração definitiva. Durante o tempo em que estas permanecem em boca, é fundamental que sejam capazes de manter a cor estável, principalmente quando estamos perante áreas estéticas, cabendo ao Médico Dentista uma escolha mais assertiva do material para cada caso clínico. Para o paciente este fator é preponderante, uma vez que alterações de cor que possam ocorrer podem provocar insatisfações por parte do mesmo no decorrer do tratamento por comprometimento estético.

Para confeccionar este tipo de restaurações, podemos recorrer a resinas acrílicas convencionais (pó-líquido), a resinas bis-acrílicas (automisturáveis) ou a novas resinas adaptadas à tecnologia CAD/CAM. Estas últimas surgiram no mercado como forma de melhorar alguns aspetos negativos das resinas convencionais, permitindo ao clínico um menor tempo de trabalho e um maior conforto para o paciente. As resinas de fresagem já se encontram em utilização há alguns anos e por essa razão existem diversos estudos na literatura sobre as suas propriedades e desempenho laboratorial e clínico. Em relação às resinas de impressão 3D, como são materiais mais recentes, os estudos são mais escassos e justifica a importância do nosso estudo.

O aparecimento de manchas extrínsecas ou alteração de cor nas superfícies das restaurações provisórias pode ser o resultado de hábitos de higiene oral, consumo de tabaco e ingestão de alimentos muito pigmentados. Para além do referido, a apetência para a pigmentação destas resinas pode ser influenciada pela incompleta polimerização, a absorção de água e pela rugosidade de superfície das restaurações.<sup>(26,30,31)</sup>

A alteração de cor pode ser avaliada de forma subjetiva por análise visual ou de forma mais objetiva com equipamentos como os espectrofotómetros e os

colorímetros. A percepção da cor por análise visual é variável porque depende da posição da iluminação, das características de cor da iluminação, da fadiga e da idade do examinador e do próprio ambiente.<sup>(42)</sup>

Para esta investigação foi utilizado um colorímetro para avaliação da alteração de cor das resinas em estudo, assim como estudos elaborados por Bayindir *et al* e Mickeviciute *et al*<sup>(47,48)</sup>. Estes colorímetros são aparelhos que medem a cor de objetos baseado em três componentes da cor (vermelho, verde e azul) do espectro visível convertendo para os valores CIEL\*a\*b\*. De uma forma geral, estes colorímetros aparentam ser confiáveis, com boa repetibilidade, sendo precisos para medir as alterações de cor.<sup>(40)</sup>

Em variados estudos, foram utilizadas soluções como saliva artificial, café, refrigerantes, bebidas energéticas, vinho, entre outras. Todas essas soluções pertencem à dieta alimentar de muitos pacientes. Com isso, decidimos incluir no nosso estudo três soluções baseadas em investigações anteriores.

Deste modo, utilizamos água destilada como forma de simular a saliva humana e a saliva artificial utilizada em estudos prévios. Café foi escolhido, pois tem sido amplamente usado, e foi decidido manter uma solução idêntica. Além disso, incluímos vinho devido à escassez de estudos realizados sobre a alteração de cor nessa solução.

Quanto ao tempo de imersão utilizado nesta pesquisa, tal como as soluções, baseou-se em estudos prévios. Existem, portanto, diversos tempos de imersão, desde estudos realizados ao longo de sete dias até estudos conduzidos ao longo de seis meses. Assim, foi decidido adotar um tempo de imersão intermédio, optando por uma imersão de dez dias.

O cálculo das diferenças de cor ( $\Delta E^*$ ), foi efetuado através da comparação das medições iniciais (antes da imersão nas respetivas soluções), utilizando a seguinte fórmula:  $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . Valores de  $\Delta E$  iguais ou inferiores a 3,7 são considerados clinicamente aceitáveis, ou seja, a olho nu não é possível observar diferenças na variação de cor, enquanto valores de  $\Delta E$  inferiores a 1,0 são imperceptíveis ao olho humano.

Analisando os resultados obtidos nesta investigação, como era de esperar, a solução padrão apresentou valores clinicamente aceitáveis em todas as resinas

utilizadas, com valores de  $\Delta E$  inferiores a 3,7. Na solução de vinho, foi possível observar alterações visíveis a olho nu em quase todas as resinas, exceto na resina acrílica, que apresentou valores aceitáveis ( $\Delta E=1,61$ ). Já a solução de café provocou alterações visíveis de cor em todas as resinas, sendo a resina de impressão 3D a que obteve o maior valor ( $\Delta E=20,25$ ). Portanto, pode-se afirmar que o café é a solução que causou o maior número de alterações de cor.

Concluindo, entre todas as resinas estudadas, a resina acrílica foi a que se mostrou mais estável quando submetida às imersões nas diferentes soluções, enquanto a resina de impressão 3D foi a que sofreu mais alterações de cor.

Foi elaborado um estudo por Almohareb *et al*<sup>(43)</sup>, com resina acrílica (Systemp C&B II), resina bis-acrílica (Protemp 4) e resinas acrílicas de fresagem (Telio CAD). Foi estudada a variação de cor ao longo de 4 semanas, utilizando como soluções a água destilada, o café, o chá e a Pepsi. Ao fim de duas semanas, verificou-se que a solução de água destilada apresentava resultados satisfatórios para as três resinas, com valores clinicamente aceitáveis. No entanto, na solução de café, apenas a resina de fresagem mostrou resultados clinicamente aceitáveis, enquanto as outras duas resinas apresentaram resultados inaceitáveis, ou seja, visíveis a olho humano. Concluiu-se que a resina de fresagem foi a que obteve maior estabilidade de cor, sendo o café a solução que causou maior variação de cor.

Bayindir *et al*<sup>(47)</sup>, investigaram a estabilidade cor de quatro resinas para provisórios, três resinas bis-acrílicas (Protemp 4, Sturctur 2SC, AccessCrown) e uma resina acrílica (T Takilon). As amostras foram imersas em três soluções corantes (coca-cola, burn e café) e a solução de controlo (água destilada) durante um período de um mês. Em relação às amostras imersas em água destilada, após uma semana, foram observados valores clinicamente aceitáveis em todas as resinas. Ao analisar a solução de café, a resina acrílica (T Takilon) e a resina bis acrílica (Protemp 4) apresentaram variações de cor não visíveis a olho humano, enquanto as resinas bis-acrílicas (Structur 2SC e AccessCrown) demonstraram alteração de cor a olho nu. A resina Protemp 4 foi a que apresentou maior estabilidade de cor, e a solução de café a que provocou maior variação na alteração de cor.

Numa análise de outro estudo elaborado por Mickeviciute *et al*<sup>(48)</sup>, foram estudadas três resinas, duas acrílicas (i-TEMP e i-CAB) e uma bis-acrílica (TM Temp

C&B Composite). Os provetes foram imersos em soluções de café e coca-cola durante quatro semanas. Ao analisar os resultados obtidos após uma semana das amostras polidas imersas em café, verificou-se que os valores das resinas acrílicas eram clinicamente aceitáveis, sendo que a resina bis-acrílica apresentava valores inaceitáveis, visíveis a olho humano.

Mazaro *et al*<sup>(49)</sup>, realizaram um estudo onde utilizaram uma resina acrílica (Dêncor) e três resinas bis-acrílicas (Protemp 4, Structur 2SC e Luxatemp AM Plus), que foram submetidas à imersão nas soluções de saliva artificial e café com saliva durante quinze dias. Ao analisar as resinas em ambas as soluções, verificou-se que os valores eram imperceptíveis ao olho humano na solução de saliva artificial, mas na solução de café com saliva, foram obtidos resultados inaceitáveis. Comparando os resultados deste estudo, o café foi a solução que apresentou os maiores valores de alteração de cor, e a resina acrílica maior estabilidade de cor em comparação com as resinas bis-acrílicas.

Minani<sup>(50)</sup> realizou um estudo onde analisou a estabilidade de cor de três resinas bis-acrílicas (Structur 2SC, Protemp 4 e Luxatemp) e uma resina acrílica (Dêncor) ao longo de quinze dias, imersas em três soluções: saliva artificial, café e refrigerante. Ao fim dos quinze dias observou que todas as resinas imersas em café obtiveram resultados clinicamente inaceitáveis, ao contrário da imersão em saliva artificial. A resina acrílica foi a que apresentou maior estabilidade de cor em comparação com as resinas bis-acrílicas, e a solução de café foi a que causou maior alteração de cor.

Foi efetuado outro estudo por Costa e Lima<sup>(51)</sup>, onde utilizaram duas resinas acrílicas (Duralay e Dencrilay) e duas bis-acrílicas (Protemp e Structur) para analisar a estabilidade de cor. Foram utilizadas quatro soluções diferentes (água destilada, refrigerante, vinho e café) para imergir as resinas durante sete dias, e os resultados foram os seguintes: na solução de café todas as resinas estudadas apresentaram resultados considerados clinicamente inaceitáveis, na solução de vinho apenas as resinas bis-acrílicas obtiveram valores insatisfatórios, na água destilada as resinas apresentaram todas valores clinicamente aceitáveis. Com isto, as resinas acrílicas sofreram menos alteração de cor, e o café foi a solução que provocou maior variação de cor.

Analisando o estudo realizado por Gujjari *et al*<sup>(52)</sup>, foi estudada a estabilidade de cor de diferentes resinas para coroas provisórias, utilizando como soluções a saliva artificial, o chá, o café, a Pepsi, corante alimentar e água destilada. As resinas utilizadas para este estudo foram apenas uma resina acrílica (*DPI self-cure tooth molding*) e uma bis-acrílica (Protemp 4), que foram imergidas nas soluções durante sete dias. Obtiveram assim que a resina acrílica e a resina bis-acrílica ao fim de setes dias na solução de água mantiveram-se estáveis, ao contrário da solução de café que alterou a cor das resinas, permitindo que estas fossem clinicamente inaceitáveis. Concluíram ainda que a resinas acrílica foi a que teve maior estabilidade de cor, e a solução de café teve os valores mais elevados de alteração de cor.

Coutinho *et al*<sup>(42)</sup>, estudaram resinas acrílicas (Heat cure) e bis-acrílicas (Luxacrown e Protemp) quanto à sua estabilidade de cor, onde foram imersas em soluções de saliva artificial e café com saliva artificial ao longo de seis meses. Ao fim de duas semanas, foi possível analisar que todas as resinas obtiveram resultados clinicamente estáveis. Contudo, a maior estabilidade de cor foi alcançada pela resina acrílica. Por outro lado, a solução de café foi a que apresentou maior variação de cor.

Resumindo, após a análise destes estudos, podemos concluir que as resinas produzidas pelo sistema de fresagem e as resinas acrílicas convencionais apresentam maior estabilidade de cor quando submetidas a imersões em diferentes soluções. Ao efetuarmos uma comparação de resultados entre os demais estudos e a esta investigação, chegamos à mesma conclusão ao analisar os valores obtidos na nossa recolha, os quais foram aproximados.

Alguns dos estudos aqui discutidos, apresentaram pequenas divergências em relação ao que era esperado, o que pode ter sido influenciado por uma variedade de fatores, incluindo a quantidade de solução corante utilizada, o tipo de solução e a proporção utilizada em cada uma delas. No caso das soluções de café, alguns estudos utilizaram quantidades de café superiores a este estudo, e verificou-se que, em alguns casos, a solução de café foi misturada com saliva artificial. Outro fator que pode ter exercido influência, é a seleção de cor do material utilizado. Neste estudo laboratorial, foram utilizadas resinas de cor A2 de acordo com a escala VITA, enquanto outros estudos investigaram para além destas, resinas A1 e A3, que são tonalidades

diferentes e, portanto, podem ter maior ou menor tendência a tingir em comparação com as resinas estudadas nesta investigação.

Além do tipo de solução utilizada e das proporções utilizadas para cada estudo, outro fator que pode ter impactado os resultados diz respeito às resinas acrílicas convencionais, incluindo os tempos de manipulação e as medidas utilizadas para a produção dos provetes. Seria interessante explorar o impacto de diferentes variações de espessura nos provetes, o que poderia fornecer entendimentos mais valiosos sobre a estabilidade de cor de resinas acrílicas de provisórios em prótese fixa.

#### **4.1. Análise crítica do estudo desenvolvido**

A elaboração da presente investigação foi efetuada com alto rigor, as quais passo a apresentar:

- Critério de inclusão dos provetes: apenas e só provetes sem irregularidades foram utilizados para o estudo;
- Processamento das resinas: foram respeitadas as normas de produção das resinas provisórias, seguindo sempre as instruções do fabricante;
- Quantidades de soluções utilizadas: todas as vezes que foi necessário trocar as soluções, foram utilizados medidores para que houvesse exatamente a mesma quantidade de solução em todas as placas que continham os provetes;
- Troca de soluções: de três em três dias, os provetes foram retirados das placas, e foram colocadas novamente imergidas em novas placas com novas soluções.

O presente estudo laboratorial dispõe de algumas limitações:

- Foram utilizadas apenas três marcas comerciais de resina, sendo necessário estudos com um leque mais alargado de resinas para validar os resultados obtidos.
- Condições do estudo: seria importante simular de forma mais precisa as condições orais ou então avaliar mesmo em clínica estas variações estudadas, durante o tempo que o paciente utiliza a restauração provisória. Outro fator que poderá influenciar os resultados, é o facto de as soluções de imersão permanecerem estáticas ao longo do estudo, sendo que na cavidade

oral isso não acontece, pois, os alimentos e líquidos ingeridos estão em constante movimento.

- **Provetes:** No que diz respeito à forma dos provetes utilizados, a forma circular não se assemelha à forma de dentes, ou seja, não simula as condições de uma restauração provisória, podendo com isto levar a resultados menos precisos devido às espessuras dos provetes serem maiores que as restaurações temporárias. Para além disso os provetes apresentam superfícies planas em oposição às superfícies curvas das restaurações provisórias.
- **Tempo de imersão:** Um aspeto adicional a ser considerado seria aumentar o tempo de imersão, a fim de obter valores representativos para as restaurações de longa duração. Porém é importante ressaltar que esta investigação foi desenvolvida no contexto do Mestrado Integrado em Medicina Dentária, o que implica restrições quanto ao tempo disponibilizado e à logística envolvida para a execução de uma investigação de carácter laboratorial, estes são fatores que limitam a dimensão da temática abordada.
- **Avaliação subjetiva:** deveria ter incluído fotografias de todos os provetes antes de serem submersos, após um dia de imersão e após dez dias de imersão, a fim de possibilitar uma avaliação subjetiva mais detalhada das alterações de cor dos provetes ao longo do tempo.

#### **4.2. Trabalhos de investigação futuros**

As limitações deste estudo, previamente mencionadas, da devem ser analisadas e ponderadas aquando da realização de estudos futuros.

Dessa forma, os estudos subsequentes podem comparar diversas marcas comerciais, explorar o uso de diferentes tecnologias de CAD/CAM, incluindo impressão 3D e a fresagem, a fim de obter uma compreensão mais aprofundada dos efeitos desses fatores e aprimorar as propriedades do PMMA de CAD/CAM para restaurações provisórias. Isso permitirá uma melhor interpretação dos resultados e contribuirá para o aperfeiçoamento das características destes materiais utilizados na confecção de restaurações provisórias em Prótese Fixa.





## **5. CONCLUSÃO**



Atendendo às limitações associadas ao presente estudo experimental, tendo em conta a metodologia elaborada, podemos concluir que:

- Quando aplicado o mesmo protocolo de imersão de todos os provetes, a diferença de valores de variação de cor entre as resinas acrílicas para confeção de restaurações provisórias em Prótese Fixa pode ser atribuída às diferentes características inerentes das resinas assim como ao seu processamento;
- A resina acrílica convencional foi a que conseguiu manter mais a sua estabilidade de cor, já as resinas elaboradas pelo método de fresagem obtiveram valores de alteração de cor um pouco mais elevados, mas ainda assim satisfatórios.
- As resinas bis-acrílicas e as resinas de impressão 3D são as que evidenciam uma maior variação de cor.
- Em relação às soluções utilizadas, a água destilada difere significativamente do vinho e do café, sendo a solução que menos influenciou na alteração de cor, já o café foi onde se observou maiores variações de cor.





## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



1. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *J Prosthet Dent.* 2017;117(5S):e1–105.
2. Wiskott HWA. *Fixed Prosthodontics. Principles And Clinics.* London: Quintessence; 2011.
3. Abdullah AO, Tsitrou EA, Pollington S. Comparative in vitro evaluation of CAD/CAM vs conventional provisional crowns. *J Appl Oral Sci.* 2016 May-Jun;24(3):258-63. doi: 10.1590/1678-775720150451. PMID: 27383707; PMCID: PMC5022219.
4. Regish KM, Sharma D, Prithviraj DR. Techniques of fabrication of provisional restoration: an overview. *Int J Dent.* 2011;2011:134659. doi: 10.1155/2011/134659. Epub 2011 Oct 12. PMID: 22013441; PMCID: PMC3195530.
5. Castro LAF, Rédua SS. *Restaurações provisórias para próteses fixas: Revisão de literatura.* [dissertação da internet]. Universidade de Uberaba 2019.
6. Soares RG, Orsi IA. *Avaliação da resistência flexural, módulo de elasticidade, carga de ruptura e parâmetros de cor de resinas acrílicas utilizadas para restaurações provisórias com fibra de vidro.* Universidade de São Paulo. 2009.
7. Hahnel S, Krifka S, Behr M, Kolbeck C, Lang R, Rosentritt M. Performance of resin materials for temporary fixed denture prostheses. *J Oral Sci.* 2019;61:270–5.
8. Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of provisional restorations' deficiencies: A literature review. *J Esthe Rest Dent.* 2012;24(1):26–38.
9. Perry RD, Magnuson B. Provisional materials: key components of interim fixed restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2012 Jan;33(1):59-60, 62.
10. Zafar MS. Prosthodontic applications of polymethyl methacrylate (PMMA): An update. 2020 Oct 2;12:1-35.
11. Kurtzman GM. Crown and bridge temporization part 1: provisional materials. *Inside Dentistry.* 2008;4(8):1–6.
12. Wassell RW, George G, Ingledew RP, Steele JG. Crowns and other extra-coronal restorations: Provisional restorations. *Br Dent J.* 2002 Jun 15;192(11):619–30.
13. Al-Dwairi ZN, Tahboub KY, Baba NZ, Goodacre CJ, Özcan M. A Comparison of the Surface Properties of CAD/CAM and Conventional Polymethylmethacrylate (PMMA). *J Prosthodont.* 2019 Apr 1;28(4):452–7.
14. Baker K, Zhitomirsky I. A Versatile Strategy for the Fabrication of Poly(ethyl methacrylate) Composites. *J Comp Sci.* 2022 Feb 1;6(2).
15. Prasad K, Shetty M, Harshitha A, Anupama PD. Provisional restorations in prosthodontic rehabilitations-concepts, materials and techniques. *J Health Allied Sci.* 2012;2(2): 72-77.

16. Tom TN, Uthappa MA, Sunny K, Begum F, Nautiyal M, Tamore S. Provisional restorations: An overview of materials used. *J Adv Clinic & Research Insights*. 2016;3(6):212–4.
17. Bidra AS, Taylor TD, Agar JR. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: Systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *J Prosthet Dent*. 2013;109(6):361-6.
18. Skorulska A, Piszko P, Rybak Z, Szymonowicz M, Dobrzyński M. Review on polymer, ceramic and composite materials for cad/cam indirect restorations in dentistry—application, mechanical characteristics and comparison. *Materials*. 2021;14(7): 1698. Doi:10.3390/ma14071698.
19. Correia ARM, Fernandes JCAS, Cardoso JAP, Silva C. CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Revista de Odontologia da UNESP*. 2013;35(2):183-9.
20. Camargo IF, Manetti LP, Zeczkowski M, Neto DS, Pini NIP, Mori AA, et al. Sistemas cad/cam e suas aplicações na odontologia: Revisão da literatura. *Rev Uningá*. 2018 Dec;55(S3):221-8.
21. Nishida CL. Análise da rugosidade superficial de diferentes marcas comerciais de resina acrílica para coroas provisórias. Universidade de São Paulo. 2010.
22. Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD. Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *J Dent*. 2010 Oct;38 Suppl 2:e2-e16. Doi: 10.1016/S0300-5712(10)70003-9. PMID:20869047.
23. Joiner A. Tooth colour: A review of the literature. *J Dent*. 2004;32(SUPPL.):3–12.
24. Johnston WM. Color measurement in dentistry. *J Dent*. 2009;37:1-6.
25. Joiner A, Luo W. Tooth colour and whiteness: A review. *J Dent*. 2017 Dec 1;67:S3–10.
26. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2005 Aug; 94(2):118-24.
27. Van der Burgt TP, ten Bosch JJ, Borsboom PCF, Kortsmid WJPM. A comparison of new and conventional methods for quantification of tooth color. *J Prosthet Dent [Internet]*. 1990;63(2):155–62.
28. ten Bosch JJ, Coops JC. Tooth Color and Reflectance as Related to Light Scattering and Enamel Hardness. *J Dent Res [Internet]*. 1995;74(1):374–80. Available from: <https://doi.org/10.1177/00220345950740011401>
29. Battersby PD, Battersby SJ. Measurements and modelling of the influence of dentine colour and enamel on tooth colour. *J Dent [Internet]*. 2015;43(3):373–81.
30. Mortazavi H, Baharvand M, Khodadoust A. Colors in tooth discoloration: a new classification and literature review. *Int J Clinical Dent*. 2014 Jan; 7.
31. Brading MG, Joiner A, Kinane DF. Changes in oral health and condition with age. *Int Dent J [Internet]*. 2009;59(6, Supplement 1):309–20.

32. Phillips RW, Anusavice KJ. *Ciencia de los materiales dentales*. 11<sup>a</sup> ed; Elsevier Espanã, Madrid, Spain, 2004:721-57
33. Fusayama T HT. Discoloration test of acrylic resin filling by an organic dye. *J Prosthet Dent*. 1971 May;25(5):532–9.
34. Dias SBF. *Determinação Da Cor Por Dois Métodos Espectrofotométricos* [dissertação da internet]. Faculdade De Medicina Dentária da Universidade De Lisboa. 2016 [citado 2023 Mar].
35. Jouhar R, Ahmed MA, Khurshid Z. An Overview of Shade Selection in Clinical Dentistry. *Appli Sci*. 2022;12(14).
36. Fondriest J. Shade matching in restorative dentistry: the science and strategies. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2003 Oct;23(5):467-79. PMID: 14620121.
37. Schmeling M. Color selection and reproduction in dentistry. Part 1: Fundamentals of Color. *Odovtos-Int J Dent Sci*. 2016;18(1):23–32.
38. Śmielecka M, Dorocka-Bobkowska B. Effects of different light sources on tooth shade selection. *Dent Med Probl*. 2020;57(1):61–6.
39. Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, Lu E. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence Int*. 2012 Sep;43(8):649-59.
40. Collins LZ, Maggio B, Liebman J, Blanck M, Lefort S, Waterfield P, et al. Clinical evaluation of a novel whitening gel, containing 6% hydrogen peroxide and a standard fluoride toothpaste. *J Dent [Internet]*. 2004;32:13–7.
41. Mosharraf R, Givehchian P, Ansaripour F. Comparison of color stability and fracture resistance of two temporary fiber-reinforced fixed partial denture materials. *Dent Res J (Isfahan)*. 2019 May-Jun;16(3):185-192.
42. Coutinho C, Hegde D, Sanjeevan V, Coutinho I, Priya A. Comparative evaluation of color stability of three commercially available provisional restorative materials: An in vitro study. *J Indian Prosthodont Soc*. 2021 Apr 1;21(2):161–6.
43. Almohareb T, Alkatheeri MS, Vohra F, Alrahlah A. Influence of experimental staining on the color stability of indirect computer-aided design/ computer-aided manufacturing dental provisional materials. *Eur J Dent*. 2018 Apr 1;12(2):269–74.
44. Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C. Discoloration of different esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. *Eur J Dent*. 2017 Apr-Jun;11(2):149-156.
45. Ergün G, Mutlu-Sağesen L, Özkan Y, Demirel E. In vitro color stability of provisional crown and bridge restoration materials. *Dent Mater J*. 2005;24(3):342–50.
46. Galhardo JMPS. *Alterações de cor de uma resina flexível: um estudo laboratorial*. [dissertação da internet]. Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto. 2019. [citado 2023 Abr]

47. Bayindir F, Kürklü D, Yanikoğlu ND. The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials. *J Dent.* 2012 Dec;40 Suppl 2:e41-6. doi: 10.1016/j.jdent.2012.07.014. Epub 2012 Jul 27. PMID: 22842201.
48. Mickeviciute E, Ivanauskiene E, Noreikiene V. In vitro color and roughness stability of different temporary restorative materials. *Stomatologija.* 2016;18(2):66-72.
49. Mazaro JVQ, Minani LM, Zavanelli AC, Mello CC de, Lemos CAA. Evaluation of color stability of different temporary restorative materials. *Rev Odontol UNESP.* 2015 Oct 6;44(5):262–7.
50. Minani LM. Espectrofotometria e diferentes materiais restauradores provisórios: análise da estabilidade de cor. Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2013.
51. Costa ÍADF, Lima EMCX. Efeito de soluções corantes na estabilidade de cor de materiais protéticos provisórios. Salvador. 2013.
52. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: An in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013 Mar-Apr;24(2):172-7.



## **7. ANEXOS**



Foram registados os seguintes valores médios em T0:

T0 Água destilada	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	58,06	55,13	56,23	56,382
<b>a</b>	3,222	-0,448	1,814	1,092
<b>b</b>	8,644	6,348	6,646	6,356

T0 Vinho	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	58,106	55,438	56,484	56,61
<b>a</b>	3,126	-0,242	2,062	1,064
<b>b</b>	8,386	6,332	7,25	6,108

T0 Café	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	57,834	55,054	56,308	56,82
<b>a</b>	2,55	-0,638	1,98	1,01
<b>b</b>	7,378	5,764	7,264	5,996

Foram registados os seguintes valores médios em T1:

T1 Água destilada	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	58,27	54,956	55,688	56,188
<b>a</b>	3,196	-0,276	2,992	0,72
<b>b</b>	8,672	6,674	7,044	5,584

T1 vinho	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	57,748	51,674	54,484	54,38
<b>a</b>	3,506	0,828	1,436	2,204
<b>b</b>	8,874	4,372	5,43	6,188

T1 Café	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	56,51	51,416	53,504	51,912
<b>a</b>	2,968	0,75	2,218	2,354
<b>b</b>	8,812	10,484	8,25	12,676

Foram registados os seguintes valores médios em T2:

T2 Água destilada	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	57,532	54,424	54,95	57,068
<b>a</b>	3,008	-0,346	1,118	0,236
<b>b</b>	8,67	6,746	5,982	4,53

T2 vinho	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	47,128	57,076	53,15	52,636
<b>a</b>	2,322	3,538	1,55	4,242
<b>b</b>	11,462	9,396	5,274	15,48

T2 café	TAB	Structur 3	Structur CAD	Dental Sand
<b>L</b>	55,834	45,27	51,262	46,978
<b>a</b>	3,774	3,678	3,246	6,124
<b>b</b>	10,094	20,21	11,06	22,926

