

**UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA**

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR E MICRODUREZA DE  
RESINAS INJETÁVEIS EM DIFERENTES MEIOS DE IMERSÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**NATHALIA BARBE FERREIRA**

**2024**

UNIVERSIDADE DO GRANDE RIO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR E MICRODUREZA DE  
RESINAS INJETÁVEIS EM DIFERENTES MEIOS DE IMERSÃO**

NATHALIA BARBE FERREIRA

Projeto de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Odontologia (Clínica Odontológica).

Orientador:  
Prof. Dr. Víctor Talarico Leal Vieira

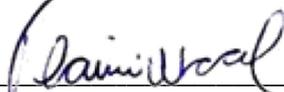
# AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR E MICRODUREZA DE RESINAS INJETÁVEIS EM DIFERENTES MEIOS DE IMERSÃO

NATHALIA BARBE FERREIRA

Projeto de Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, da Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO), como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre) em Odontologia (Área de Concentração Clínica Odontológica).

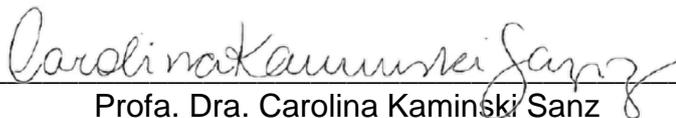
Aprovada em 25 de outubro de 2024

Banca examinadora



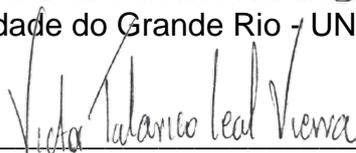
---

Prof. Dr. Flavio Warol Klen Santana  
Universidade Federal Fluminense – UFF



---

Profa. Dra. Carolina Kaminski Sanz  
Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO



---

Prof. Dr. Victor Talarico Leal Vieira  
Universidade do Grande Rio - UNIGRANRIO

## ÍNDICE.

---

1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA .....	01
2. JUSTIFICATIVA .....	09
3. OBJETIVOS .....	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS .....	11
5. RESULTADOS .....	18
6. DISCUSSÃO .....	23
7. CONCLUSÃO .....	29
8. REFERÊNCIAS .....	30

## RESUMO

---

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade de cor, e a microdureza de resinas injetáveis em diferentes meios de imersão. Materiais e Métodos: foram confeccionados 40 CPs no formato de discos na cor A2. As resinas Opalis(OP) e Fill Magic (FM) foram polimerizadas por 40s com um aparelho Valo e em seguida lixados/polidos em uma lixadeira/politriz Fortel. Uma limpeza ultrasônica pós acabamento e polimento foram realizados e depois levados ao espectrofotômetro para as leituras iniciais e finais de cor após 7 dias de imersão a 37°C em água destilada, café, listerine e vinho tinto. Os resultados de  $\Delta E$  foram submetidos ao teste ANOVA e os parâmetros  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  foram submetidos ao teste t-pareado. A rugosidade superficial será avaliada por interferometria óptica Zygo New View. A microdureza Vickers foi realizada com o microdurômetro Shimadzu. Resultados: os valores de  $\Delta E$  para resina Fill Magic foram: controle ( $1,56 \pm 1,22$ ), café ( $2,36 \pm 0,81$ ), listerine ( $1,5 \pm 0,72$ ) e vinho tinto ( $5,6 \pm 2,67$ ). Para resina Opallis foram: grupos controle ( $2,1 \pm 0,98$ ), café ( $3,26 \pm 1,26$ ), listerine ( $0,96 \pm 0,21$ ) e vinho tinto ( $3,74 \pm 0,78$ ). Conclusão: o manchamento com vinho diferiu das demais soluções corantes em ambos compósitos com maiores valores de  $\Delta E$ , a resina Fill Magic não diferiu dos demais grupos ( $p > 0,05$ ) e a resina Opallis apresentou diferença estatística significativa no grupo do café e vinho em relação aos grupos controle e do enxaguante bucal ( $p < 0,05$ ). Os meios de imersão não modificaram a microdureza Vickers das resinas nos grupos estudados ( $p > 0,05$ ), porém foi possível verificar que a microdureza da resina opalis foi maior ( $p < 0,05$ ).

**Palavras-chave:** Cor; Compósito resinoso; Estabilidade de cor; Microdureza Vickers

## ABSTRACT

---

The objective of this work is to evaluate the color stability, surface finish and microhardness of injectable resins in different immersion media. Materials and Methods: 40 CPs were made in the shape of discs in color A2. The Opalis (OP) and Magic Fill (MF) resins were polymerized for 40s with a Valo device and then sanded/polished on a Fortel sander/polisher. Post-finishing ultrasonic cleaning and polishing were carried out and then taken to the spectrophotometer for initial and final color readings after 7 days of immersion at 37°C in distilled water, coffee, listerine and red wine. The  $\Delta E$  results were subjected to the ANOVA test and the  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  and  $\Delta b$  parameters were subjected to the paired t-test. Surface roughness will be evaluated by Zygo New View optical interferometry. Vickers microhardness will be performed with a Shimadzu microhardness tester. Results: the  $\Delta E$  values for Fill Magic resin were: control (1.56+1.22), coffee (2.36+0.81), listerine (1.5+0.72) and red wine (5.6+2.67). For Opallis resin were: control groups (2.1+0.98), coffee (3.26+1.26), listerine (0.96+0.21) and red wine (3.74+0.78). Conclusion: wine staining differed from the other coloring solutions in both composites with higher  $\Delta E$  values, the MF resin did not differ from the other groups ( $p>0.05$ ) and the OP resin showed a statistically significant difference in the coffee and wine group in relation to the control and mouthwash groups ( $p<0.05$ ) and the immersion media did not modify the Vickers microhardness of the resins in the groups studied ( $p>0.05$ ), however, it was possible to verify that the microhardness of the opal resin was greater ( $p<0.05$ ).

Keywords: Color; Resin composite; Color stability; Vickers microhardness

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1. Restauração resinosa acometida por processo de manchamento .....	2
Figura 2. Restauração resinosa acometida por processo de manchamento .....	2
Figura 3. Ilustração esquemática de um compósito microhíbrido .....	3
Figura 4. Microscopia eletrônica de varredura com aumento de 20.000X .....	3
Figura 5. Ilustração esquemática tridimensional do Sistema CIE L*a*b* .....	7
Figura 6. Matriz em silicone de adição .....	13
Figura 7. Resinas compostas injetáveis utilizadas .....	13
Figura 8. Discos de resina composta .....	13
Figura 9. Paquímetro digital .....	14
Figura 10. Espectrofotômetro digital utilizado para leitura inicial e final de cor .....	15
Figura 11. Soluções corantes utilizadas no envelhecimento: vinho tinto, enxaguante bucal, café e água destilada .....	15
Figura 12. Programa Color QC2 .....	16

Figura 13. Dados/gráficos fornecidos pelo programa do espectrofotômetro.....	16
Figura 14. Aspecto visual dos cp da resina Opallis pós-imersão de 07 dias na ordem controle,café, listerine e vinho (esquerda para direita) .....	18
Figura 15. Aspecto visual dos cp da resina Fill Magic pós-imersão de 07 dias na ordem controle,café, listerine e vinho (esquerda para direita) .....	18
Figura 16. Boxplot do resultado da microdureza Vickers dos grupos estudados...	22

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1.	Materiais utilizados no experimento .....	11
Tabela 2.	Equipamentos utilizados no experimento .....	11
Tabela 3.	Grupos experimentais .....	11
Tabela 4.	Critérios para alteração de cor .....	18
Tabela 5.	Comparação dos valores antes e depois dos compósitos estudados.....	18
Tabela 6.	Valores de p para cada comparação de antes e depois dos compósitos estudados .....	19
Tabela 7.	Comparação do $\Delta E$ dos grupos dos compósitos Fill Magic e Opallis ....	20
Tabela 8.	Comparação do microdureza Vickers dos grupos estudados.....	20

## LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS

---

CP	Corpo de prova
$\Delta E$	Delta E
$\Delta L$	Delta L
$\Delta a$	Delta a
$\Delta b$	Delta b
$\mu\text{m}$	Micrômetro

## 1. INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

---

Os materiais restauradores estéticos vêm sendo cada vez mais usados desde que a técnica do condicionamento ácido e a resina composta foram introduzidos na odontologia nas décadas de 50 e 60 respectivamente. Estes materiais passaram e passam constantemente, por uma série de modificações estruturais buscando a obtenção de melhores propriedades mecânicas e ópticas. Quanto ao tamanho das partículas, os compósitos resinosos de uso direto evoluíram de uma forma macroparticulada, passando por estruturas microparticuladas, híbridas, microhíbridas, nanoparticuladas e nanohíbridas, todas presentes no mercado nacional até os dias de hoje.

Quando tais restaurações envolvem regiões estéticas, a estabilidade de cor e rugosidade superficial são fatores determinantes. A estabilidade da cor e a rugosidade para o sucesso estético e longevidade clínica destes materiais (Opdam *et al.*, 2010; Rohym *et al.*, 2023).

Na cavidade oral, as restaurações estão expostas aos efeitos combinados da luz, umidade, alterações de temperatura e pH que podem resultar em reações fotoquímicas de seus componentes. O manchamento intrínseco é permanente e envolve principalmente a estrutura da resina composta, incluindo a composição da matriz orgânica, as características das partículas de carga, qualidade da união matriz-carga, tipos de aceleradores, iniciadores/inibidores presentes no material e quantidade de material não polimerizado. (Paulone *et al.*, 2023).

Por outro lado, o manchamento extrínseco está mais relacionado à rugosidade da superfície, hábitos alimentares, cigarro e higiene oral do paciente

(Mathias *et al.*, 2010). As Figuras 1 e 2 demonstram restaurações resinosas que sofreram manchamento.

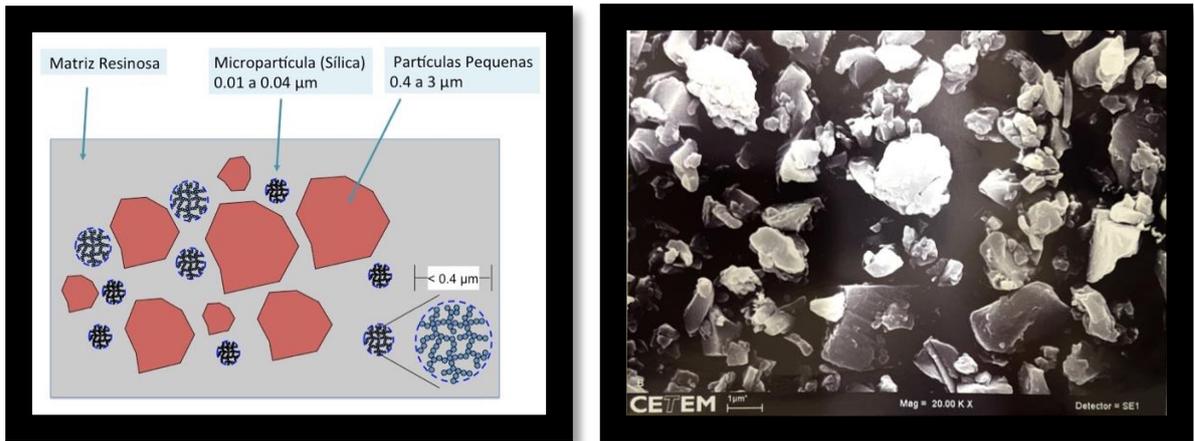


Figuras 1 e 2. Restaurações resinosas acometidas por processo de manchamento (Fonte: Nathália Barbe Ferreira).

Diante do exposto, torna-se fundamental a compreensão dos fatores que envolvem o processo de alteração de cor das resinas compostas injetáveis para que possamos indicar o material restaurador mais apropriado para cada caso clínico.

### 1.1 RESINAS COMPOSTAS INJETÁVEIS

As resinas microhíbridas constituem-se na forma mais utilizada e basicamente constituem-se numa evolução dos compósitos híbridos e assim foram denominados para evidenciar ganho em polimento e brilho, mantendo as propriedades mecânicas já obtidas em gerações anteriores. O tamanho médio das partículas pequenas foi reduzido a, no máximo, 3 $\mu$ m (tamanho médio final de partícula variando de 0,4 a 0,9 $\mu$ m) e, com isso, esses materiais de modo efetivo superando os seus precursores. As Figuras 3 e 4 ilustram a estrutura das resinas microhíbridas. (REIS & MARSON, 2019).



Figuras 3 e 4. Ilustração esquemática de um compósito microhíbrido e microscopia eletrônica de varredura com aumento de 20.000X mostrando as partículas dispersas na matriz resinosa.

Fonte: Reis & Marson, 2019.

As modificações se deram também no campo da viscosidade dos compósitos e hoje encontramos resinas de viscosidade normal, de baixa viscosidade ou *flow*, além das *bulk-fill*. Resinas compostas injetáveis constituem-se de uma denominação recente para as resinas compostas de baixa viscosidade ou *flow*. São materiais resinosos que apresentam maior viscosidade por possuírem menor quantidade de carga propiciando maior escoamento. Os fabricantes armazenam esses compósitos fluidos em pequenas seringas que permitem uma fácil dispensação com agulhas de calibre muito pequeno, o que os torna ideais para uso como material de base, cavidades de difícil acesso, pigmentos/corantes de restaurações, restaurações conservativas do tipo *slot* (Classe II), e como cimentos para restaurações ultrafinas. Apresentam percentual de carga reduzida para 37%-53% (volume) em comparação com 50%-70% (volume) para os microhíbridos convencionais. Esse percentual de carga alterada modifica a viscosidade desses materiais. Estes compósitos, pela menor quantidade de carga, são mais susceptíveis

a desgaste e apresentam propriedades mecânicas inferiores quando comparados às resinas de viscosidade normal (Baroudi & Rodrigues, 2015).

## 1.2 MANCHAMENTO DAS RESINAS COMPOSTAS

Ao se realizar uma restauração com compósito resinoso, tem-se como objetivos o restabelecimento da forma e função perdida pelo elemento dental, bem como a perfeita adequação de cor em relação ao dente restaurado e aos dentes vizinhos. A estabilidade de cor de um material pode ser definida como a resistência que esse material oferecerá a mudança de sua cor inicial durante o seu envelhecimento. Envelhecimento este que está diretamente ligado ao tipo de uso que o material irá sofrer na cavidade oral, ou seja, sabemos que o material estará sujeito a estresse oclusal, pigmentações, descolorações, manchamentos que podem ser de ordem intrínseca e extrínseca.

A suscetibilidade ao manchamento é influenciada, em maior ou menor grau, pela interação de diferentes fatores relacionados à sua composição (Nasim *et al.*, 2010), grau de conversão (Al-Kheraif *et al.*, 2013), estresse físico-químico (Lee *et al.*, 2011), rugosidade superficial (Reis *et al.*, 2003), sorção de água (Ardu *et al.*, 2011), além de hábitos alimentares e higiene oral (Bagheri *et al.*, 2005).

Em princípio, qualquer componente da resina composta pode favorecer o manchamento precoce de tais materiais. A matriz resinosa é a maior responsável pela estabilidade de cor dos compósitos. A afinidade da matriz resinosa por pigmentos é modulada pelo seu grau de conversão e suas características químicas e uma conversão resinosa insuficiente favorecerá a absorção de alguns corantes. A inibição da ativação pelo oxigênio na superfície da restauração (embora essa porção não polimerizada seja removida durante os procedimentos de acabamento e

polimento) e as porosidades periféricas também podem levar a descolorações dos compósitos. Os aditivos químicos dos compósitos, especialmente aqueles não reagidos, tais como, iniciadores, aceleradores e filtros ultravioletas também podem degradar-se levando a alterações de cor nos compósitos (Dietschi *et al.*, 1994).

A coloração intrínseca dos materiais compósitos também pode ser alterada como resultado do envelhecimento do compósito sob várias condições físico-químicas tais como, radiações visíveis e ultravioletas, mudanças térmicas e umidade (Powers, *et al.*, 1988). Em particular, estresses físico-químicos induzem degradação superficial e subsuperficial dos compósitos. Estes estresses facilitarão o crescimento de defeitos tais como, microfraturas através espaços pré-existentes localizados na interface entre carga e matriz resinosa. Estas microcavidades representam o caminho de penetração preferencial dos agentes pigmentantes (Söderholm *et al.*, 1996).

Sabe-se que as características das partículas de carga, como o tipo, tamanho e distribuição, desempenham papel fundamental no manchamento extrínseco dos materiais resinosos e o manchamento intrínseco está diretamente relacionado às características da matriz resinosa (Paulone *et al.*, 2023).

Apesar da composição dos materiais, os procedimentos de acabamento e polimento também podem influenciar na qualidade superficial e serem relacionadas às descolorações precoces dos compósitos. A rugosidade da superfície causada pelo desgaste e degradação química também pode afetar o brilho e conseqüentemente aumentar a pigmentação extrínseca. Descolorações externas e superficiais também estão relacionadas a hábitos de higiene, dieta e fumo (Asmussen & Hansen, 1986).

### 1.3 AVALIAÇÃO DE COR

A cor dos materiais dentários restauradores é mais comumente mensurada na luz refletida por meio de técnicas instrumentais ou visuais. A detecção de cor pelos olhos humanos resulta de uma estimulação recebida pelas células da retina. O olho humano é capaz de identificar, mesmo que sutis diferenças de cor. Entretanto, determinar sua magnitude é uma tarefa subjetiva, complexa e limitada (Chu *et al.*, 2010). Entre os instrumentos disponíveis para determinações paramétricas da cor, colorímetros e espectrofotômetros têm sido utilizados em pesquisas odontológicas (Chen *et al.*, 2012). Alguns autores constataram que estes aparelhos apresentam alta confiabilidade, acima de 96%, e acuidade de 67 a 93%. Os espectrofotômetros são os aparelhos mais utilizados e podem ser usados no lugar do olho humano, constituindo-se em técnicas instrumentais, cujas curvas de reflexão do espectro versus o comprimento de onda podem ser obtidas por toda faixa visual que varia de 405 a 700 nm (Kim-Pusateri *et al.*, 2009).

O padrão de cor geralmente utilizado por tais instrumentos é o estabelecido pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) Standarts Colorimetric, o CIE  $L^*a^*b^*$ . Neste sistema, diferenças de cores relatadas pela percepção visual e sua respectiva significância clínica podem ser expressas em unidades (O'Brien *et al.*, 1997). Este sistema corresponde a um universo de cor tridimensional, no qual os eixos são identificados por  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . O eixo  $L^*$  representa a luminosidade (brilho) de um objeto e é quantificado em uma escala que varia de zero (preto puro) até 100 (branco puro). As coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  representam as características cromáticas do objeto ao longo dos eixos verde-vermelho e amarelo-azul, respectivamente. Elas aproximam-se de zero para cores neutras (branco, cinza) e aumentam de magnitude para cores mais saturadas ou intensas (Joiner, 2004). As vantagens desse sistema

consistem em seu arranjo espacial de cores ser tridimensional e uniforme, na simplicidade em quantificar a diferença de cor ( $\Delta E$ ) entre dois objetos e relacioná-la com a perceptibilidade e aceitabilidade visual. As diferenças para os valores padrões são calculadas a partir dos valores  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$ . A variação total de cor,  $\Delta E$ , no sistema CIE  $L^*a^*b^*$  é calculada usando a seguinte fórmula:  $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ , onde  $\Delta L^* = L_o - L_1$ ;  $\Delta a^* = a_o - a_1$  e  $\Delta b^* = b_o - b_1$  ( o = valor inicial e 1 = valor final ) (O'Brien *et al.*,1997). A Figura 5 representa esquematicamente, o Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ .

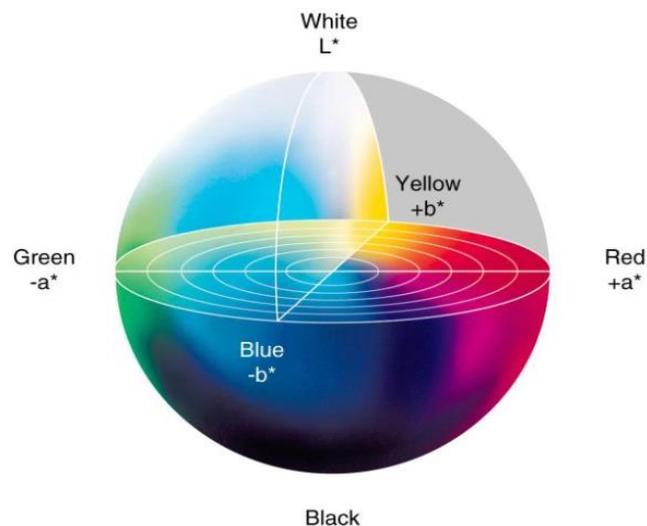


Figura 5. Ilustração esquemática tridimensional do Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ .  
(O'Brien *et al.*, 1997.)

#### 1.4 MICRODUREZA

Em sua definição, dureza é a capacidade de um material resistir à penetração por ponta dura, sendo diretamente proporcional à resistência mecânica e à resistência ao desgaste de um material. Para se testar a dureza é necessária a realização de ensaios *in vitro* relacionada a resistência à penetração mecânica. Dentre as propriedades relacionadas com a dureza de um material restaurador,

estão a resistência à compressão, limite de proporcionalidade e ductilidade. O teste de microdureza pode ser definido como sendo a capacidade da superfície do material de resistir à penetração por uma ponta de diamante ou esfera de aço sob uma carga específica.

Os testes de dureza Knoop e Vickers são classificados como testes de que avaliam a microdureza do material empregando cargas menores que 9,8 N. As penetrações resultantes são pequenas e limitadas a uma profundidade, portanto, eles são capazes de medir a dureza em pequenas regiões de objetos muito finos (Ilie *et al.*, 2017).

Com a introdução de novos materiais restauradores no mercado odontológico, se faz necessário entender o comportamento destes materiais, bem como a análise comparativa entre suas respectivas propriedades mecânicas, para a correta indicação clínica.

## 2. JUSTIFICATIVA

---

É importante a compreensão dos fatores (substâncias com potencial de manchamento) que envolvem o processo de alteração de cor e dureza das resinas compostas injetáveis, para que possamos selecionar o material restaurador mais apropriado para cada caso clínico.

Pouco se sabe sobre a qualidade e comportamento dos materiais fabricados no país em relação a pigmentação, e microdureza Vickers.

Os materiais resinosos devem apresentar pouco manchamento e possuir boa resistência mecânica favorecendo restaurações de boa longevidade.

### 3. OBJETIVO

---

O presente estudo terá por objetivo estudar as propriedades ópticas e mecânicas de duas marcas de resina de cor A2, Opalis e Magic Fill, ambas injetáveis. Os materiais serão imersos em água destilada, café, colutório e vinho. Para isso serão consideradas as seguintes hipóteses nulas:

$H_{01}$  – As marcas de resina não modificam de cor após a imersão no mesmo meio.

$H_{02}$  – As marcas de resina não diferem de cor entre si para um mesmo meio.

$H_{03}$  – Os meios de imersão não modificam a microdureza Vickers das resinas.

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

---

### 4.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os materiais, divisão dos grupos e equipamentos a serem utilizados no trabalho encontram-se listados nas Tabelas 1, 2 e 3 abaixo.

Tabela 1. Materiais utilizados no experimento

MARCA	FABRICANTE
Resina Composta Opallis Flow	FGM
Resina Composta Fill Magic Flow	VIGODENT
Água destilada	SS PLUS
Café Pimpinela	GRUPO 3 CORAÇÕES
Vinho Tinto Chilano	VyF LTDA
Antisséptico Bucal Listerine	JOHNSON & JOHNSON

Tabela 2. Divisão dos grupos experimentais e nomenclatura

GRUPOS	MEIO DE IMERSÃO
CtF (Fill Magic)	Água destilada
CtO (Opallis)	Água destilada
VinF (Fill Magic)	Vinho tinto
VinO (Opallis)	Vinho tinto
CafF (Fill Magic)	Café
CafO (Opallis)	Café
ListF (Fill Magic)	Listerine
ListO (Opallis)	Listerine

Tabela 3. Equipamentos utilizados no experimento

MARCA	FABRICANTE
Fotopolimerizador VALO	ULTRADENT
Paquímetro Digital	NSK
Espectrofotômetro Digital	ERYUE
Câmara de Conservação	STERILIFER
Radiômetro 3H	EFFOS
Cuba ultrasônica YX-3560	YA XUN

## 4.2 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Foram confeccionados 05 CPs para cada marca de resina composta totalizando 40 CPs (5 CP x 2 resinas x 4 grupos), no formato de discos com 6 mm de diâmetro e 1 mm de espessura na cor A2. Os CPs foram construídos a partir de uma matriz confeccionada em massa densa de silicone de adição (YLLER, PELOTAS, RS), sendo 20 de resina composta microhíbrida (72% de carga por peso e tamanho médio de 0,05-5 $\mu$ m) Opallis Flow (FGM, JOINVILLE, SC) e 20 de resina composta microhíbrida (80% de carga por peso e tamanho médio de 0,05 $\mu$ m) Fill Magic Flow (VIGODENT, RIO DE JANEIRO, RJ). As dimensões foram determinadas por dois pontos básicos: o diâmetro, ditado pelo encaixe do leitor do espectrofotômetro e a espessura definida seguindo recomendação da ISO 4049.

Os CPs foram confeccionados por 01 único operador, de forma que as resinas compostas foram injetadas delicadamente na matriz de silicone, afim de se evitar a formação de bolhas ou defeitos que pudessem interferir na qualidade do CP e leitura pelo espectrofotômetro. Os materiais foram fotoativados por 40 segundos, no modo standard (1500 mW/cm<sup>2</sup>) com o aparelho Valo (ULTRADENT, Utah, USA), tendo sua intensidade luminosa medida antes e depois de cada polimerização por um radiômetro de cura (3H EFFOS, Xangai, China) conforme mostram as Figuras de 6 a 8.



Figura 6. Matriz em silicone de adição.



Figura 7. Resinas compostas injetáveis utilizadas.



Figura 8. Disco de resina composta.

Após polimerizados, os CPs foram submetidos a acabamento em baixa rotação com discos de lixas Superfix (TDV, PODEMORE, SC) na sequência

decrecente de granulação, e imediatamente após, o diâmetro de cada CP foi verificado por meio de um paquímetro digital (NSK, SÃO PAULO, SP) de forma a se assegurar as dimensões corretas de cada CP (Figura 9). A seguir, o polimento foi realizado com auxílio de discos de feltro Polimax (TDV, PODEMORE, SC) impregnados com diamantes abrasivos. Limpeza em cuba ultrasônica YX-3560 (Ya Xun, XANGAI, CHINA) por 10 minutos foi realizada para eliminação de possíveis detritos oriundos do acabamento e polimento que eventualmente pudessem interferir na leitura no espectrofotômetro.



Figura 9. Paquímetro digital.

Os CP após acabados, polidos e limpos serão numerados com broca tronco-cônica diamantada 2200 (KG Sorensen, SÃO PAULO, SP).

#### 4.3 ENSAIO DE COLORIMETRIA

Os CP foram levados ao espectrofotômetro digital (ERYUE, Hangzhou City, China), mostrado na Figura 10, onde foram realizadas as leituras iniciais de cor e após, imersos em quatro soluções corantes diferentes por 7 dias à temperatura de 37°C e armazenados em uma câmara de conservação (OLIDEF, RIBEIRÃO PRETO, SP).



Figura 10. Espectrofotômetro digital utilizado para as leituras iniciais e finais de cor.



Figura 11. Soluções corantes utilizadas no envelhecimento: vinho tinto, enxaguante bucal, café e água destilada.

Após completados os 07 dias de imersão as leituras finais de cor foram realizadas afim de se obter o cálculo da estabilidade de cor ( $\Delta E$ ) a partir dos valores  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$ . Para mensurações de cor foi utilizado o programa (Color QC2) do espectrofotômetro utilizado no experimento conforme mostram as Figuras 12 e 13.

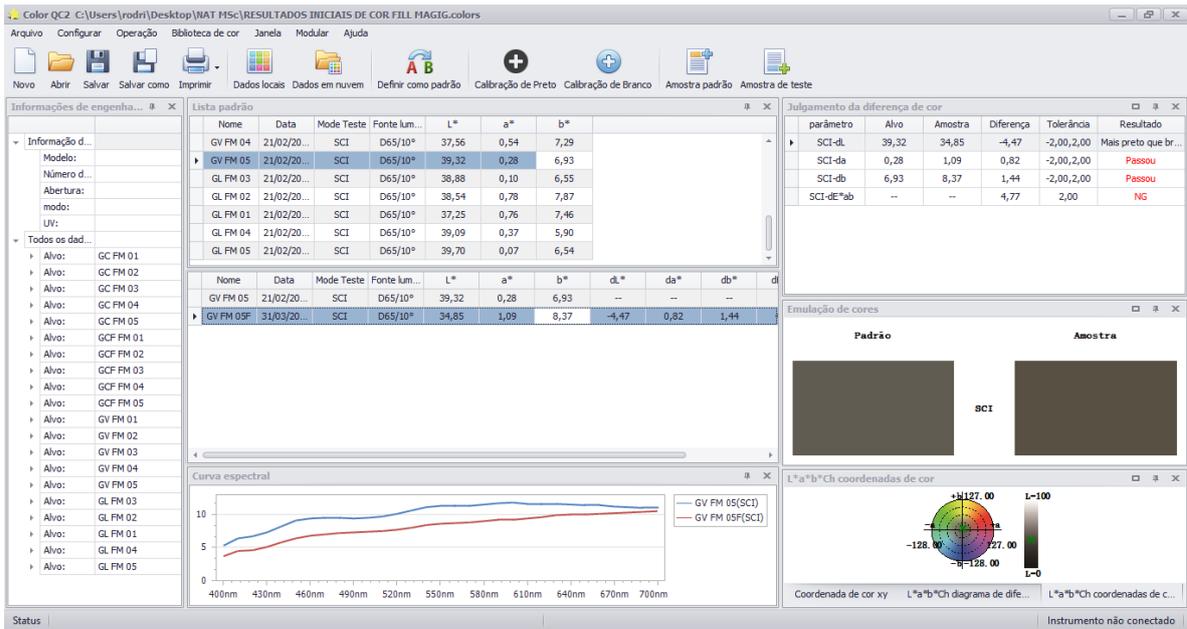


Figura 12. Imagem obtida através do programa Color QC2.

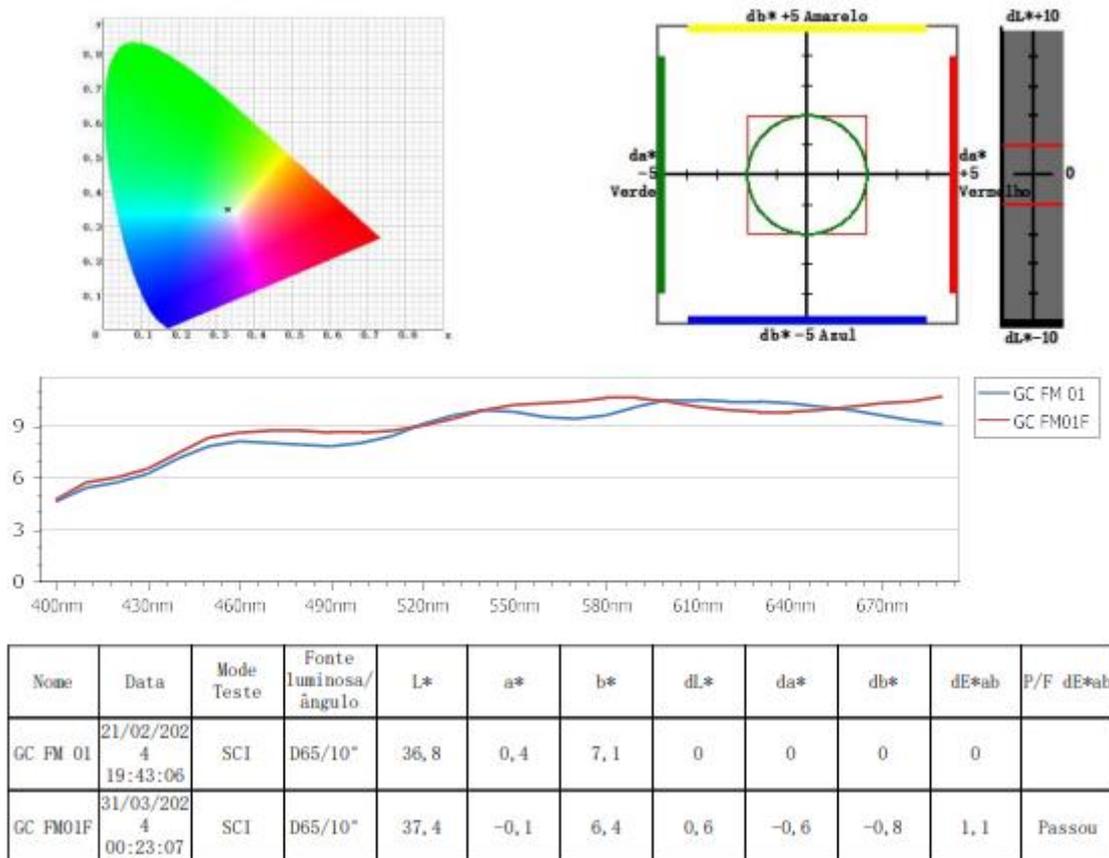


Figura 13. Dados e gráficos fornecidos pelo programa do espectrofotômetro.

### **4.3 ENSAIO DE MICRODUREZA VICKERS**

Este ensaio foi realizado em 5 CPs de cada grupo através de um microdurômetro Shimadzu HMV-G (Nishinokyo Kuwabara-cho, Nakagyo-ku, Kyoto). Foram realizadas 10 identificações para cada grupo estudado, ou seja foram realizadas 2 identificações em cada CP.

Os CPs foram posicionados na mesa e a configuração utilizada foi de HV0,05 (490,3mN) por 15s. As medidas das diagonais da mesma foram obtidas automaticamente através do software do equipamento que efetuou automaticamente o cálculo do valor de HV. Os dados foram armazenados para realização de posterior teste de normalidade e teste de hipótese.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 ENSAIO DE COLORIMETRIA

Os CPs após imersos por 07 dias nos diferentes meios de imersão apresentaram aspecto visual alterado conforme mostram as Figuras 14 e 15 abaixo.

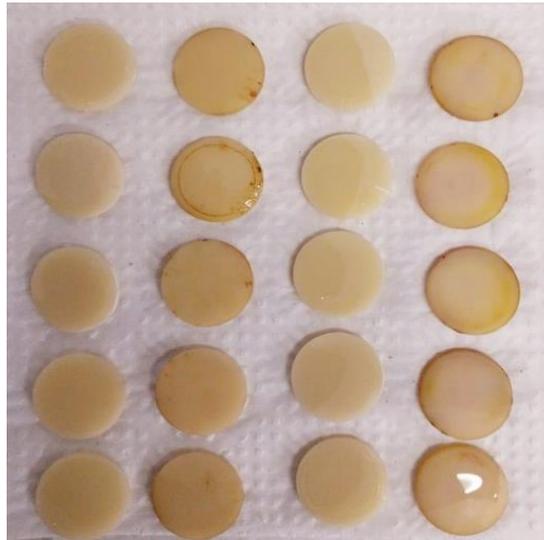


Figura 14. Aspecto visual dos CPs da resina Opallis pós-imersão de 07 dias na ordem controle, café, listerine e vinho (esquerda para direita).



Figura 15. Aspecto visual dos CPs da resina Fill Magic pós-imersão de 07 dias na ordem controle, café, listerine e vinho (esquerda para direita).

Visualmente pode-se notar que os grupos do café e vinho em ambas resinas apresentaram maiores variações de cor, variações estas perceptíveis clinicamente ao olho humano segundo os parâmetros de Reis *et al.*, 1996 mostrados abaixo.

Tabela 4. Critérios para alteração de cor.

$\Delta E$	RESULTADOS
< 1	Sem diferença visível
< 3,7	Diferença clinicamente aceitável
> 3,7	Alteração facilmente visível

Fonte: REIS, R. S.; NEIVA, G. F.; YAMAN, P.; RAZOOG, E. M. *Effect of firing on the color stability of a light-cured ceramic stain. J Prosthodont, 5: 182-185, 1996.*

A estabilidade de cor ( $\Delta E$ ) foi obtida no padrão de cores CIE L\*a\*b\* a partir dos valores  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  medidos em um espectrofotômetro. A análise estatística dos dados foram feitas no teste de Análise de Variância para comparar os 4 grupos no  $\Delta L^*a^*b^*$  e teste Pareado para cada parâmetro nas situações de antes e depois.

Abaixo seguem as tabelas resumidas dos valores de L\*, a\*, b\* e  $\Delta E$  de cada grupo e a tabela dos valores de p iniciais e finais.

Tabela 5. Comparação dos valores antes e depois dos compósitos estudados.

Marca / Grupo		L*	a*	b*
Fill Magic controle	Antes	37,02 ± 2,09 <sup>A</sup>	0,3 ± 0,26 <sup>A</sup>	6,52 + 0,68 <sup>A</sup>
	Depois	37,84 ± 1,11 <sup>A</sup>	-0,8 ± 0,51 <sup>A</sup>	6,94 + 0,71 <sup>A</sup>

Fill Magic café	Antes	38,48 ± 0,38 <sup>A</sup>	0,34 ± 0,21 <sup>A</sup>	6,50 ± 0,42 <sup>A</sup>
	Depois	37,34 ± 0,92 <sup>A</sup>	0,62 ± 0,27 <sup>B</sup>	8,42 ± 0,78 <sup>B</sup>
Fill Magic listerine	Antes	38,7 ± 0,89 <sup>A</sup>	0,42 ± 0,36 <sup>A</sup>	6,88 ± 0,80 <sup>A</sup>
	Depois	38,18 ± 0,38 <sup>A</sup>	0,10 ± 0,2 <sup>A</sup>	7,66 ± 0,87 <sup>A</sup>
Fill Magic vinho	Antes	38,24 ± 1,12 <sup>A</sup>	0,44 ± 0,23 <sup>A</sup>	7,10 ± 0,67 <sup>A</sup>
	Depois	33,34 ± 2,70 <sup>B</sup>	1,92 ± 1,25 <sup>A</sup>	9,08 ± 0,49 <sup>B</sup>
Opallis controle	Antes	42,08 ± 1,83 <sup>A</sup>	0,46 ± 0,31 <sup>A</sup>	9,84 ± 0,49 <sup>A</sup>
	Depois	40,2 ± 1,68 <sup>B</sup>	0,46 ± 0,47 <sup>A</sup>	10,82 ± 0,61 <sup>B</sup>
Opallis café	Antes	40,82 ± 0,48 <sup>A</sup>	0,36 ± 0,11 <sup>A</sup>	10,10 ± 0,64 <sup>A</sup>
	Depois	37,92 ± 0,85 <sup>B</sup>	0,54 ± 0,13 <sup>A</sup>	11,38 ± 0,61 <sup>B</sup>
Opallis listerne	Antes	40,00 ± 0,48 <sup>A</sup>	0,46 ± 0,11 <sup>A</sup>	10,20 ± 0,47 <sup>A</sup>
	Depois	39,94 ± 0,31 <sup>A</sup>	0,32 ± 0,11 <sup>B</sup>	10,98 ± 0,68 <sup>B</sup>
Opallis vinho	Antes	39,9 ± 1,32 <sup>A</sup>	0,36 ± 0,15 <sup>A</sup>	9,84 ± 0,99 <sup>A</sup>
	Depois	37,06 ± 0,98 <sup>B</sup>	0,38 ± 0,41 <sup>A</sup>	7,82 ± 1,21 <sup>B</sup>

Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa para o mesmo material no mesmo meio de imersão.

Tabela 6. Valores de p para cada comparação de antes e depois dos compósitos estudados

	CtF	CafF	ListF	VinF	CtO	CafO	ListO	VinO
<b>L*</b>	p=0,297	p=0,069	p=0,135	p=0,011	p=0,011	p=0,006	p=0,828	p=0,005
<b>a*</b>	p=0,060	p=0,031	p=0,110	p=0,081	p=0,999	p=0,105	p=0,050	p=0,920
<b>b*</b>	p=0,341	p=0,002	p=0,259	p=0,002	p=0,002	p=0,028	p=0,002	p=0,017

Tabela 7. Comparação do L\*a\*b\* ( $\Delta E$ ) dos grupos dos compósitos Fill Magic e Opallis

L*ab	CON	CAF	LIS	VIN
<b>Fill Magic</b>	1,56 $\pm$ 1,22 <sup>A</sup>	2,36 $\pm$ 0,81 <sup>A</sup>	1,5 $\pm$ 0,72 <sup>A</sup>	5,6 $\pm$ 2,67 <sup>B</sup>
<b>Opallis</b>	2,1 $\pm$ 0,98 <sup>A</sup>	3,26 $\pm$ 1,26 <sup>B</sup>	0,96 $\pm$ 0,21 <sup>A</sup>	3,74 $\pm$ 0,78 <sup>B</sup>

Letras sobrescritas diferentes indicam diferença na comparação do mesmo material em diferentes meios. Letras sobrescritas minúsculas diferentes indicam diferença entre os materiais no mesmo meio.

Relacionando as percepções visuais de variação de cor com os critérios de alteração de cor propostos por Reis *et al.*, 1996 e com os valores de  $\Delta E$  obtidos podem os notar que houveram alterações de cor facilmente perceptíveis no grupo do vinho tinto para ambas as resinas injetáveis utilizadas. O grupo do café, também em ambas as resinas, demonstrou alterações clinicamente aceitáveis e o grupo do listerine mostrou os menores valores de alteração de cor.

## 5.2 ENSAIO DE MICRODUREZA VICKERS

A tabela 8 que compara a microdureza entre as resinas compostas e a Figura 16 que mostra um gráfico dos resultados de microdureza encontram-se abaixo.

Tabela 8. Comparação da microdureza Vickers dos grupos estudados.

	CON	CAF	LIS	VIN
<b>Fill Magic</b>	51,69 $\pm$ 5,99 <sup>A</sup>	53,22 $\pm$ 6,7 <sup>A</sup>	55,63 $\pm$ 4,65 <sup>A</sup>	54,72 $\pm$ 5,29 <sup>A</sup>
<b>Opallis</b>	76,48 $\pm$ 8,68 <sup>B</sup>	74,94 $\pm$ 8,27 <sup>B</sup>	86,71 $\pm$ 6,91 <sup>B</sup>	80,26 $\pm$ 8,4 <sup>B</sup>

Letras sobrescritas diferentes indicam diferença estatisticamente significante.

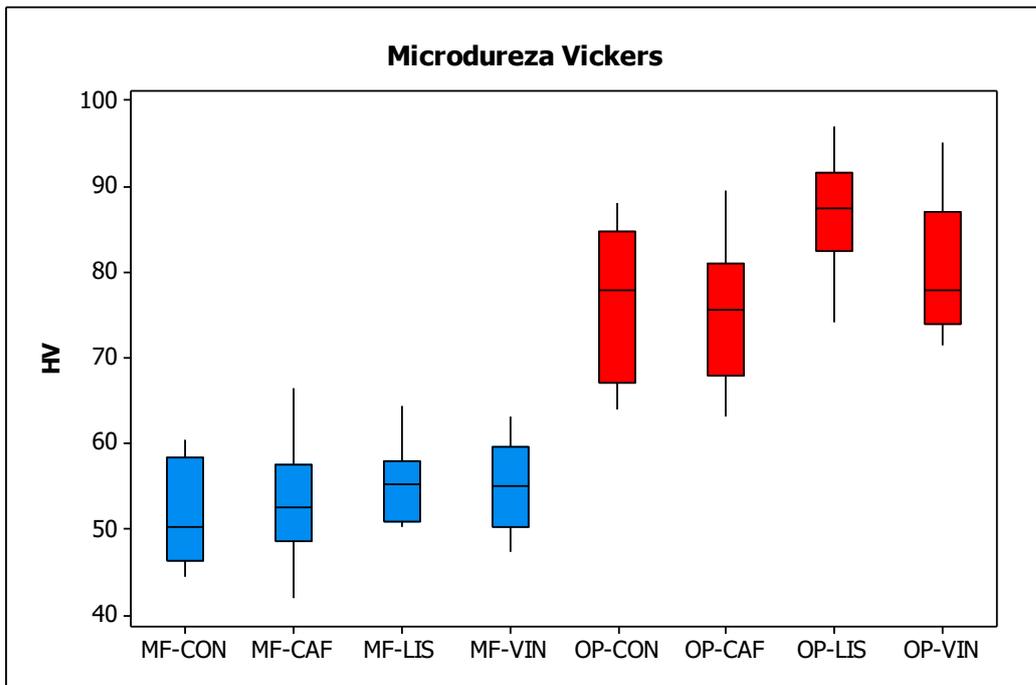


Figura 16. Boxplot do resultado da microdureza Vickers dos grupos estudados.

Após a verificação da normalidade de todos os grupos através do teste de Shapiro-Wilk, a dureza dos dois tipos de resina nos diferentes foram comparadas através de análises de ANOVA complementadas pelo teste *pos hoc* de Student-Newman-Keuls. A dureza dos dois tipos de resina para o mesmo meio foi realizada através do teste t-student. Para todos os testes o nível de significância foi de 5%. Após esta comparação.

## 6. DISCUSSÃO

O presente estudo mostrou o problema da estabilidade de cor de duas resinas injetáveis atuais pela investigação de suas suscetibilidades a descolorações por agentes de imersão normalmente encontrados em nossos hábitos diários: café, listerine (enxaguatório bucal) e vinho tinto (Rohym *et al.*, 2023; Paolone *et al.*, 2023; Özlem *et al.*, 2023; Ceci *et al.*, 2017).

O tamanho do CP (6 x 1 mm) foi desenhado de acordo com o diâmetro de abertura do leitor do espectrofotômetro, outras medidas também podem ser utilizadas de acordo com os diâmetros de aberturas dos aparelhos.

O número de CPs para cada grupo no experimento de estabilidade de cor foi de cinco de acordo com alguns trabalhos (Uhl *et al.*, 2004, Ertas *et al.*, 2006). Um teste estatístico paramétrico foi escolhido para estabilidade de cor em função de os resultados mostrarem uma distribuição normal. A potência do teste estatístico gerada ficou acima de 90%, traduzindo-se em alta confiabilidade no teste, quando uma potência mínima de 80% é desejada (Asmussen & Hansen, 1986).

Diferentes métodos têm sido utilizados para avaliar a estabilidade de cor de compósitos resinosos. Uma das técnicas consiste em análise visual baseada em escalas de cores ou em análise fotográfica. Este tipo de análise incorre em muitos erros e gera uma baixa correlação entre os examinadores necessitando de calibração dos mesmos conforme citado por autores. Outros métodos, menos subjetivos e também muito utilizados para verificar as alterações de cor, são através do uso de colorímetros intra-orais e espectrofotômetros. Os colorímetros, embora mais objetivos, dependem do tipo de iluminante e mensuram a quantidade de luz refletida. Já nos espectrofotômetros os CPs são colocados no escuro com condições de iluminação padronizadas gerando resultados mais reprodutíveis. Dois tipos de

sistemas de cores podem ser utilizados na mensuração das alterações de cor: o sistema de Munsell e o universalmente adotado CIE L\*a\*b\*. No presente estudo foi utilizada associação de um espectrofotômetro com o sistema CIE L\*a\*b\* corroborando com diversos estudos (Reis *et al.*,1996; Powers *et al.*,1988; Ertas *et al.*, 2006; Ardu *et al.*, 2011; Lee *et al.*, 2011; Rohym *et al.*, 2023; Guimarães *et al.*, 2006; Dias & Pontes, 2019; Paolone *et al.*, 2022; Özdás *et al.*, 2016; Ceci *et al.*, 2017; Chu *et al.*, 2010; Chen *et al.*, 2012).

Investigações prévias reportaram que a alteração de cor dos compósitos resinosos podem ser causadas e autores ( Nasim *et al.*, 2010; Al-Kheraif *et al.*, 2013; Lee *et al.*, 2011; Reis *et al.*, 2003; Bagheri *et al.*, 2005 e Ardu *et al.*, 2011) corroboram para os seguintes fatores: composição (quanto maior quantidade de matriz resinosa maior pigmentação ocorrerá e tipo/quantidade de partícula), grau de conversão inadequado (o que estaria diretamente relacionado com a qualidade de polimerização obtida pelo aparelho fotopolimerizador), tensões físico-químico (oxidação de ligações duplas de carbono não-reagidas, ativador químico, iniciador e inibidor resinosos), rugosidade superficial (diretamente relacionado com a qualidade e tipo de compósito e quanto mais áspera a superfície maior será o manchamento ocasionando a baixa estabilidade de cor), sorção de água (também relacionada a maior quantidade de matriz resinosa e sítios poliméricos não reagidos) e hábitos alimentares e higiene oral (aspecto de extrema importância, o paciente deverá retornar ao consultório para manutenção periódica/preventiva das restaurações através de acabamentos repolimentos que deixarão a superfície do compósito constantemente lisa e polida melhorando a estabilidade de cor e quanto mais liso e polida a superfície do compósito maior será sua estabilidade de cor).

As soluções imersoras utilizadas no presente estudo mostraram graus de descolorações diferentes. Em ambas as resinas o vinho tinto causou os maiores valores de alteração cromática ( $\Delta E$  3,74 – 5,6) seguido do café ( $\Delta E$  2,36 – 3,26). Os grupos controle e do listerine causaram os menores valores descoloração ( $\Delta E$  1,56 – 2,1 e 0,96 – 1,5 respectivamente) ( $p < 0,05$ ). Estes dados corroboram com os achados de Bagheri *et al.*, 2005; Ertas *et al.*, 2006; Rohym *et al.*, 2023; Guimarães *et al.*, 2006; Dias & Pontes 2019; Özdás *et al.*, 2016.

Uma revisão narrativa demonstrou que 178 artigos utilizaram substâncias líquidas imersoras como corantes na análise da estabilidade de cor. Café foi a substância mais utilizada ( $n=102$ ), seguido do chá ( $n=61$ ) e vinho tinto ( $n=51$ ). Estes achados corroboram com as substâncias utilizadas em nosso trabalho (Paolone *et al.*, 2022; Özlem *et al.*, 2023; Özdás *et al.*, 2016).

No grupo do vinho ambos os compósitos comportaram-se da mesma maneira com altos valores de  $\Delta E$  ( $p > 0,05$ ). Os valores se traduziram em alterações cromáticas grosseiramente identificáveis clinicamente. Isto também pode ser explicado pelo fato de se tratar de uma bebida fermentável (normalmente apresentam maior quantidade de corante em sua composição) que resulta em maior manchamento. Porém mais uma vez um cuidado deve ser tomado ao extrapolar estes resultados para realidade clínica, já que a ingestão de vinho é bem pequena quando comparada com água e café. Em média as pessoas tomam menos vinho e café do que água.

Estes resultados de estabilidade de cor não podem ser transpostos para a realidade clínica, pois os CPs estiveram em condições extremas de exposição aos corantes refletindo anos de desafio. Servem de indicadores na seleção do material ideal para cada paciente de maneira individualizada. Cabe ao profissional avaliar,

através de uma boa anamnese, os hábitos, perfil, exigência estética, expectativas do paciente para selecionar o material restaurador mais bem indicado para o caso.

A dureza é mensurada através de um teste laboratorial aonde uma indentação é gerada na superfície do material por um penetrador de diamante de base quadrada, as duas diagonais da marca são utilizadas para cálculo da microdureza. Os testes mais freqüentemente utilizados para se determinar a dureza dos materiais dentários são conhecidos pelos nomes de: Brinell, Rockwell, Vickers e Knoop. Entretanto, apenas as durezas Vickers e Knoop avaliam microdureza, pois utilizam área pequena do material e pouca profundidade (menor que 19  $\mu\text{m}$ ). Já as durezas Brinell e Rockwell, também denominadas macrodurezas, dureza. Por estes motivos, a dureza Vickers e Knoop são comumente empregadas para análise da dureza de materiais odontológicos, como as resinas compostas (Mendes *et al.*, 2021).

Diversos são os fatores podem influenciar a microdureza de compósitos, dentre eles destaca-se conteúdo de carga na resina composta e quanto maior a quantidade de carga de um compósito maior será a sua microdureza (Spajic *et al.*, 2019). Em nosso estudo, analisando a quantidade de carga das resinas compostas (%), é possível observar que a resina que apresenta maior quantidade por peso (Fill Magic Flow – 80%) apresentou os menores valores de microdureza em todos os grupos quando comparada com a resina de menor quantidade de carga por peso (Opallis Flow – 72%) ( $p < 0,05$ ), fator este que pode estar relacionado a distribuição das cargas na matriz orgânica. Resultados semelhantes foram observados por Nair *et al.*, 2017, os quais verificaram valores semelhantes de microdureza Vickers de resinas flow microhíbridas. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos de uma mesma marca de resina, ou seja, os meios não foram capazes de alterar a microdureza ( $p > 0,05$ ). Porém entre as marcas de resina estudadas, houve

diferença estatística significativa. Estes achados corroboram com os achados de outros autores (Abouelmagd & Basheer, 2022; Barve *et al.*, 2021).

Por fim, sugere-se a realização de novos estudos de estabilidade de cor e microdureza relacionando todas as classes de compósitos. Sugere-se também a associação da verificação da estabilidade de cor após repolimento dos compósitos depois de imersos nos agentes corantes.

## 7. CONCLUSÃO

Dentro das limitações do estudo pode-se concluir que:

- rejeitamos a  $H_{01}$ , ou seja, as marcas de resina modificaram de cor após a imersão no mesmo meio: o manchamento com vinho diferiu das demais soluções corantes em ambas marcas com maiores valores de  $\Delta E$ , a resina Opallis Flow apresentou diferença estatística significativa de  $\Delta E$  no grupo do café e vinho em relação aos grupos controle e do enxaguante bucal e a resina Fill Magic Flow não diferiu estatisticamente quanto ao  $\Delta E$  nos grupos exceto o vinho tinto.
- rejeitamos a  $H_{02}$ , ou seja, as marcas de resina diferiram de cor entre si para um mesmo meio: houve diferença estatística significativa entre as marcas de resina no grupo do café.
- aceitamos a  $H_{03}$ , ou seja, os meios de imersão não modificaram a microdureza Vickers das resinas nos grupos estudados, havendo diferença estatística significativa na dureza entre as marcas estudadas.

## 8. REFERÊNCIAS

Abouelmagd DM, Basheer RR (2022). Microhardness evaluation of microhybrid versus Nanofilled resin composite after exposure to acidic drinks. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry* 12, 353-359.

Al Kheraif AA, Qasim SS, Ramakrishnaiah R, Rehman I (2013). Effect of different beverages on the color stability and degree of conversion of nano and microhybrid composites. *Dental Materials Journal* 32, 326-31.

Ardu S, Gutemberg D, Krejci I, Feilzer AJ, Di Bella E, Dietschi D (2011). Influence of water sorption on resin composite color and color variation amongst various composite brands with identical shade code: an in vitro evaluation. *Journal of Dentistry* 39, 37-44.

Asmussen E, Hansen EK (1986). Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. *Scandinavian Journal of Dentistry Research* 94, 174-177.

Bagheri R, Burrow MF, Tyas M (2005). Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *Journal of Dentistry* 33, 389-98.

Baroudi K, Rodrigues J C (2015). Flowable resin composites: a systematic review and clinical considerations. *Journal of Clinical Diagnostic Research* 6, ZE18–ZE24.

Barve D, Dave P, Gulve M, Saquib S, Das G, Sibghatullah M, Chaturvedi S (2021). Assessment of Microhardness and Color Stability of Micro-Hybrid and Nano-Filled Composite Resins. *Nigerian Journal of Clinical Practice* 24, 1499-1505.

Ceci M, Viola M, Rattalino D, Beltrami R, Colombo M, Poggio C (2017). Discoloration of different esthetic restorative materials: A spectrophotometric evaluation. *European Journal of Dentistry* 11, 149-56.

Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu Xinhua, Lu E (2012). A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. *Quintessence International* 43, 649-59.

Chu SJ, Trushkowsky RD, Paravina RD (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry* 38, 2-16.

COMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE (1978). Recommendations on uniform colour spaces, colour terms. Paris: Bureau Central de la CIE. Supplement No. 2 to Publication No. 15.

Dias LV, Pontes DG (2019). Estabilidade de cor de compósitos resinosos frente ao desafio corante – análise in vitro. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Amazonas. 55p.

Dietschi D. Campanile G. Holz J. Meyer JM (1994) Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dental Materials Journal* 10, 353-362.

Ertan E, Güler AU, Yücel AÇ, Köprülü H, Güler E (2006). Color Stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dental Materials Journal* 25, 371-376.

Guimarães RPS, Reis RSA, Dias KRHC. (2006). Avaliação da estabilidade de cor de e sorção de compósitos resinosos fotoativados por luz halógena e por emissão de diodo em diferentes meios de imersão. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Odontologia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 81p.

Ilie N, Hiltonb TJ, Heintzec SD, Hickel R, Watts DC, Silikasf N, Stansbury JW, Cadenaroi M, Ferracanej JL (2017). Academy of dental materials guidance—resin composites: Part I—mechanical properties. *Dental Materials* 33, 880-894.

Joiner A (2004). Tooth color: a review of the literature. *Journal of Dentistry* 32, 3-12.

Kim-Pusateri S, Brewer JD, Davis EL, Wee AG (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *Journal of Prosthetic Dentistry* 101, 193-9.

Kuehni RG, Marcus RT (1979). An experiment in visual scaling of small color difference. *Color Research Appliance* 4, 83-91.

Lee Y-K, Yu B, Lim H-N, Lim JI (2011). Difference in the color stability of direct and indirect resin composites. *Journal of Applied Oral Science* 19, 154-160.

Mathias P, Costa L, Saraiva LO, Rossi TA, Cavalcanti AN, Nogueira-Filho GR (2010). Morphologic texture characterization allied to cigarette smoke increase

pigmentation in composite resin restorations. *Journal of Esthetic Restoration Dentistry* 22, 252-9.

Mendes RMA, de Araujo PR, Boehm FC, Bueno-Silva B, Rodrigues JA, Tanaka CJ (2021). Microhardness analysis of different restorative materials. *Journal of Research in Dentistry* 9, 05-09.

Nair SR, Niranjana NT, Jayasheel A, Suryakanth DB (2017). Comparative evaluation of colour stability and surface hardness of methacrylate based flowable and packable composite - in vitro study. *Journal of Clinical Diagnostic Research* 11, 51-54.

Nasim I, Neelakantan P, Sujeer R, Subbarao CV (2010). Color stability of microfilled, microhybrid and nanocomposite resins – An in vitro study. *Journal of Dentistry*; 38, 37- 42.

O'Brien WJ, Hemmendinger H, Boenke KM, Linger JB, Groh CL (1997). Color distribution of three regions of extracted human teeth. *Dental Materials Journal* 13, 179- 85.

Okubo SR, Kanawatti A, Richards MW, Childress S (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *Journal of Prosthetic Dentistry* 80, 642-8.

Opdam NJ, Bronkhorst EM, Loomans BA, Huysmans MC (2010). 12-year survival of composites vs. amalgam restorations. *Journal of Dental Research* 89, 1063-7.

Özdas DÖ, Kazak M, Cilingir A, Subaşı MG, Tiryaki M, Günal, S (2016). Color Stability of Composites After Short-term Oral Simulation: An *in vitro* Study. *The Open Dentistry Journal* 10, 431-437.

Özlem E, Merve K, Dilan K (2023). Evaluation of the color stability of attachments made with different resin composites. *American Journal of Orthodontic Dentofacial Orthopedic* 164, 121-8.

Paulone G, Pavan F, Mandurino M, Baldani S, Guglielmi PC, Scotti N, Cantatore G, Vichi A (2023). Color Stability of Resin-Based Composites Exposed to Smoke. A Systematic Review *Journal of Esthetic. Restauration Dentistry* 1, 1–13.

Powers JM, Bakus ER, Goldeberg AJ (1988). *In vitro* color changes of posterior composites. *Dental Materials Journal* 4, 151-154.

Reis BR, Reis RS, Marson R, Wobido AR, Cardoso IO, Inocêncio GSC (2019). Compósitos resinosos em odontologia restauradora. In: Reis R, Marson F. *Materiais dentários em odontologia restaradora estética contemporânea*. São Paulo: Quintessence, 111-138.

Reis AF, Giannini M, Lovadino JR, Ambrosano GM (2003). Effects of various finishing systems on the surface roughness and staining susceptibility of packable composite resins. *Dental Materials Journal* 19, 12-8.

Reis RS, Neiva, GF, Yaman P, Razoog EM (1996). Effect of firing on the color stability of a light-cured ceramic stain. *Journal of Prosthodontics* 5, 182-185.

Rohym S, Tawfeek El Mandouh H, Kamh K (2023). Effect of coffee on color stability and surface roughness of newly introduced single shade resin composite materials. *BMC Oral Health* 23, 236.

Söderholm KJ, Mukherje R, Lonhmate J (1996). Filler leachability of composites stored in distilled water or artificial saliva. *Journal of Dental Research* 75, 1692-1699.

Spajic J, Par M, Milat O, Demoli N, Bjelovucic R, Prskalo K (2019). Effects of curing modes on the microhardness of resin-modified glass ionomer cements. *Acta Stomatologica Croatia* 53, 37-46.

Uhl A, Michaelis C, Mills RW, Jandt KD (2004). The influence of storage and indenter load on the Knoop hardness of dental composites polymerized with LED and halogen technologies. *Dental Materials* 20, 21-28.