



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS**  
**MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS**

**JOÃO MARCELO FERREIRA DE MENEZES**

**ESTABILIDADE DE COR E RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE DE PORCELANA E  
COMPÓSITO CAD/CAM APÓS IMERSÃO EM BEBIDAS E ESCOVAÇÃO**

**FORTALEZA**

**2023**

**JOÃO MARCELO FERREIRA DE MENEZES**

**ESTABILIDADE DE COR E RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE DE PORCELANA E  
COMPÓSITO CAD/CAM APÓS IMERSÃO EM BEBIDAS E ESCOVAÇÃO**

Dissertação submetida ao Programa de  
Mestrado em Ciências Odontológicas do  
Centro Universitário Christus, como requisito  
para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Ciências Odontológicas  
Linha de Pesquisa: Clínica Odontológica

Orientadora: Profa. Dra. Ramille Araújo Lima

**FORTALEZA**

**2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Centro Universitário Christus - Unichristus  
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do  
Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M541e Menezes, João Marcelo Ferreira de.  
Estabilidade de cor e rugosidade de superfície de porcelana e  
compósito CAD/CAM após imersão em bebidas e escovação / João  
Marcelo Ferreira de Menezes. - 2023.  
47 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus -  
Unichristus, Mestrado em Ciências Odontológicas, Fortaleza, 2023.  
Orientação: Profa. Dra. Ramilye Araújo Lima.  
Área de concentração: Ciências Odontológicas.

1. Cerâmica. 2. Compósito. 3. Propriedades de Superfície. 4.  
Pigmentação em prótese. 5. CAD/CAM. I. Título.

CDD 617.6

**JOÃO MARCELO FERREIRA DE MENEZES**

**ESTABILIDADE DE COR E RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE DE PORCELANA E  
COMPÓSITO CAD/CAM APÓS IMERSÃO EM BEBIDAS E ESCOVAÇÃO**

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Profa. Dra. Ramille Araújo Lima**

Professora do Curso de Odontologia do Centro Universitário Christus  
Orientadora

---

**Profa. Dra. Diana Araújo Cunha**

Professora do Curso de Odontologia do Centro Universitário Christus

---

**Prof. Dr. Wagner Araújo de Negreiros**

Professor do Curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará

## AGRADECIMENTOS

À Deus por sempre ser fonte de inspiração, fortaleza e fé em todos momentos de minha vida.

À minha esposa Adriana, por estar ao meu lado incentivando, sendo companheira e amiga em todos os passos da minha vida.

Aos meus filhos João Henrique e Renan, meus pais João Batista e Gracinha, e meus sogros Braga e Marta, que são motivação para continuar crescendo.

Aos irmãos Adriana, Marcilene, e em especial, Pedro e Marcília (*in memoriam*), que faleceram no decorrer desse mestrado, onde achei forças para prosseguir por eles.

À professora Ramille Araújo Lima, pelo exemplo de profissionalismo, comprometimento e dedicação incondicional na orientação desse trabalho.

Ao professor Rômulo Rocha Regis da Universidade Federal do Ceará (UFC), que cordialmente disponibilizou o Laboratório de Pesquisas para o êxito desse estudo.

À professora Flávia Jucá Alencar Silva, pela atenção prestada à metodologia aplicada nessa dissertação.

Às alunas de Iniciação Científica Alanna, Larissa e Thaís, pela valorosa contribuição durante a pesquisa.

Aos funcionários Karina e Florindo da Faculdade de Odontologia da UFC, pelas explicações e atenção.

Aos amigos de mestrado, em especial Carlos Macedo, Carlos Gomes, Apuleu Pessoa e Marcos Sobreira, pela convivência harmoniosa e incentivo.

## RESUMO

**Introdução:** O surgimento dos compósitos usados na tecnologia CAD/CAM requer estudos aprofundados de suas propriedades físicas e mecânicas, bem como de seu desempenho sob condições orais, incluindo erosão/abrasão e manchamento. **Objetivo:** Avaliar *in vitro* os efeitos de soluções alimentares, associadas ou não a escovação, na rugosidade de superfície e estabilidade de cor de uma vitrocerâmica reforçada de leucita (IPS Empress® CAD) e de um compósito de cadeias cruzadas de dimetacrilato com carga inorgânica (Tetric® CAD), ambos utilizados na confecção de próteses por meio da tecnologia CAD/CAM. **Métodos:** Amostras da porcelana e compósito (40 unidades, cada) foram distribuídas, aleatoriamente, de acordo com as soluções de imersão (n = 8): 1) Café; 2) Chá preto; 3) Refrigerante de cola; 4) Vinho tinto; 5) Água destilada. Os parâmetros rugosidade de superfície (Ra) e estabilidade de cor ( $\Delta E$ ) foram avaliados antes (T1) e após imersão (T2). Em seguida, as amostras seguiram para o ensaio de escovação, sendo os parâmetros novamente analisados (T3). Imersão e escovação simularam um período clínico de 5 anos. Para a análise dos dados, foi considerada a variação encontrada entre T2 – T1 ( $\Delta 1$ ), e a variação T3-T1 ( $\Delta 2$ ). Os dados foram expressos em forma de média e desvio-padrão, submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk e comparados por meio do teste ANOVA-3-way seguido do pós teste Bonferroni ( $p < 0,05$ ). **Resultados:** Na análise do  $\Delta E$ , observamos que todas as variáveis estudadas na pesquisa tiveram significância estatística, onde o compósito apresentou maiores alterações de cor que a porcelana ( $p < 0,001$ ) e a solução vinho tinto foi a que mais promoveu alterações de cor, seguido de chá e café ( $p < 0,001$ ). As maiores alterações de cor foram observadas em  $\Delta 1$ , demonstrando que a escovação foi capaz de remover parte dos pigmentos. Na análise da Ra, foi verificado que apenas a variável tempo foi determinante estatisticamente ( $p = 0,029$ ), demonstrando que a variação advém principalmente da escovação. O material (porcelana ou compósito) e a substância de imersão não trouxeram grande impactos nesta análise, demonstrando que a escovação foi o maior responsável pela alteração da rugosidade. **Conclusão:** A escovação após a imersão aumentou a rugosidade de superfície dos materiais, sendo mais significativa para as amostras de compósito previamente imersas em chá preto e vinho tinto. Chá preto alterou a cor do compósito e da porcelana além do limite de perceptibilidade, mesmo após escovação, fato também observado nas amostras de compósito imersas em vinho tinto.

**Palavras-chave:** cerâmica; compósito; propriedades de superfície; pigmentação em prótese; CAD/CAM.

## ABSTRACT

**Introduction:** The emergence of CAD/CAM composites requires in-depth studies of their physical and mechanical properties, as well as their performance under oral conditions, including erosion/abrasion and staining. **Objective:** To evaluate in vitro the effects of dietary solutions, with or without brushing, on surface roughness and color stability of leucite-reinforced glass-ceramic (IPS Empress® CAD) and cross-linked dimethacrylate-based composite (Tetric® CAD) used in prosthesis manufacturing through CAD/CAM technology. **Methods:** Samples of ceramic and composite (40 units, each) were randomly assigned to immersion solutions (n = 8): 1) Coffee; 2) Black tea; 3) Cola soft drink; 4) Red wine; 5) Distilled water. Surface roughness (Ra) and color stability ( $\Delta E$ ) parameters were evaluated before (T1) and after immersion (T2). Subsequently, the samples underwent brushing, and the parameters were reanalyzed (T3). Immersion and brushing simulated a clinical period of 5 years. Data analysis considered the variation found between T2 - T1 ( $\Delta 1$ ), and the variation T3-T1 ( $\Delta 2$ ). Data were expressed as mean and standard deviation, subjected to the Shapiro-Wilk normality test, and compared using the ANOVA-3-way test followed by Bonferroni post-test ( $p < 0.05$ ). **Results:** In the  $\Delta E$  analysis, we observed that all variables studied in the research had statistical significance, with the composite showing greater color changes than porcelain ( $p < 0.001$ ), and red wine solution causing the most significant color changes, followed by tea and coffee ( $p < 0.001$ ). The most substantial color changes were observed in  $\Delta 1$ , demonstrating that brushing was able to remove some of the pigments. In the Ra analysis, only the time variable was statistically determinant ( $p = 0.029$ ), demonstrating that the variation primarily resulted from brushing. The material (ceramic or composite) and the immersion substance had minimal impact on this analysis, indicating that brushing was the primary factor in roughness alteration. **Conclusion:** Brushing after immersion increased the surface roughness of the materials, with more significant effects on composite samples previously immersed in black tea and red wine. Black tea altered the color of the composite and ceramic beyond perceptibility limits, even after brushing, a phenomenon also observed in composite samples immersed in red wine.

**Key words:** ceramics; composite; surface properties; prosthesis coloring; CAD/CAM.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aleatorização e acondicionamento das amostras para início dos ensaios experimentais.....	20
Figura 2 - Desenho esquemático da distribuição das amostras entre os grupos e delineamento dos testes experimentais (magnitude de cor e rugosidade de superfície) ao longo do tempo.....	21
Figura 3 - Sequência de obtenção das amostras, com corte, planificação e polimento.....	22
Figura 4 - Aparelho utilizado para mensuração da rugosidade de superfície (Hommel Tester T1000®).....	23
Figura 5 - Dispositivo utilizado para mensuração da cor (Vita Easychade®).....	24
Figura 6 - Amostras imersas em 2mL das diversas soluções alimentícias: Café, Chá Preto, Refrigerante de Cola, Vinho Tinto e Água Destilada.....	25
Figura 7 - Máquina de simulação de escovação (Elquip®) utilizada no estudo, evidenciando as seringas contendo uma solução de dentifrício e água destilada (1:1).....	26



## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 - Descrição dos materiais (porcelana e compósito) utilizados no estudo.....	22
Tabela 1 - Análise multivariada.....	27
Tabela 2 - Análise da variação de rugosidade de superfície das amostras de compósito e porcelana analisadas nos períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$ , para as diversas soluções alimentícias testadas.....	28
Tabela 3 - Análise da variação da magnitude colorimétrica ( $\Delta E$ ) as amostras de compósito e porcelana analisadas nos períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$ , para as diversas soluções alimentícias testadas.....	31

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de porcelana em $\Delta 1$ entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	29
Gráfico 2 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de porcelana em $\Delta 2$ entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	29
Gráfico 3 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de compósito em $\Delta 1$ entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	30
Gráfico 4 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de compósito em $\Delta 2$ entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	30
Gráfico 5 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de porcelana em $\Delta 1$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	32
Gráfico 6 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de porcelana em $\Delta 2$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	32
Gráfico 7 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de compósito em $\Delta 1$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	33
Gráfico 8 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de compósito em $\Delta 2$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CAD/CAM	<i>Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing</i>
g	Gramas
La	Limite de aceitabilidade
Lp	Limite de perceptibilidade
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mN	Mili Newton
MPa	Mega Pascal
n	Tamanho da amostra
°C	Grau Celsius
PICN	Blocos de compósitos com uma rede de cerâmica infiltrada com polímero
pH	Potencial hidrogeniônico
p	nível de significância
Ra	Rugosidade da superfície
RCB	Blocos de resina composta
Rz	Profundidade da superfície
T1	Análise inicial
T2	Análise após a imersão/antes da escovação
T3	Análise após imersão e escovação
$\mu\text{m}$	Micrômetro
$\Delta 1$	Variação entre os tempos experimentais T2 e T1
$\Delta 2$	Variação entre os tempos experimentais T3 e T1
$\Delta E$	Diferença colorimétrica
L*	Luminosidade
a*	Cromaticidade vermelho-verde
b*	Cromaticidade amarelo-azul

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	11
2	JUSTIFICATIVA .....	17
3	HIPÓTESE .....	18
3.1	Hipótese nula .....	18
4	OBJETIVOS .....	19
4.1	Objetivo Geral .....	19
4.2	Objetivos Específicos .....	19
5	MATERIAIS E MÉTODOS .....	20
5.1	Delineamento experimental.....	20
5.2	Amostra .....	21
5.3	Análise da rugosidade de superfície.....	22
5.4	Análise da estabilidade de cor.....	23
5.5	Imersão em soluções alimentares .....	24
5.6	Ensaio da escovação .....	25
5.7	Análise dos dados .....	26
6	RESULTADOS .....	27
7	DISCUSSÃO .....	35
8	CONCLUSÃO .....	41
	REFERÊNCIAS.....	42

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica que ocorreu na Odontologia nas últimas décadas possibilitou a confecção de restaurações *metal free* fabricadas apenas com materiais cerâmicos. Os avanços que ocorreram em relação ao processo de fabricação e melhorias da composição destes materiais proporcionaram várias vantagens quando comparados ao sistema de porcelana sobre metal, tais como excelente estética em virtude de suas propriedades ópticas (translucidez e transparência), cor semelhante ao dente natural, estabilidade cromática e química, biocompatibilidade, baixa condutividade térmica, além de suas propriedades mecânicas, tais como, alta resistência à flexão, tenacidade à fratura e resistência ao desgaste (FERRUZZI *et al.*, 2019; BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018). Contudo, a abrasividade desses materiais contra o esmalte do dente antagonista ainda é uma preocupação clínica, dependendo do acabamento final (ZHI; BOTTOLOTTO; KREJCI, 2016).

Devido ao surgimento de inúmeros materiais cerâmicos, a definição para seus diferentes usos e o estabelecimento de critérios de seleção tornaram-se um desafio (AMESTI-GARIZABAL *et al.*, 2019). Assim, Gracis *et al.* (2015) propuseram um novo sistema de classificação, no qual os materiais restauradores totalmente cerâmicos foram divididos em três grupos de acordo com as fases presentes em sua composição química: (1) cerâmica de matriz vítrea (esta categoria inclui cerâmicas feldspáticas convencionais, cerâmicas sintéticas reforçada com leucita e/ou dissilicato de lítio e cerâmicas infiltrada por vidro), (2) cerâmica policristalina (reforçada com alumina e/ou zircônia) e (3) cerâmica de matriz de resina (nanocerâmica de resina, vitrocerâmica de matriz de resina e cerâmicas híbridas).

As cerâmicas de matriz de vidro são materiais cerâmicos inorgânicos não metálicos que contêm uma fase vítrea, enquanto as cerâmicas policristalinas são definidas como materiais cerâmicos inorgânicos não metálicos que não contêm vidro, mas apenas uma fase cristalina. Já nas cerâmicas de matriz de resina estão incluídos os materiais que possuem matriz polimérica, contendo compostos refratários predominantemente inorgânicos (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018; GRACIS *et al.*, 2015; LAWSON; BANSAL; BURGESS, 2016).

Os materiais totalmente cerâmicos foram sempre considerados o padrão de excelência em restaurações e próteses dentais, pois oferecem resistência à fratura adequada (160-450 MPa), boas taxas de sobrevivência, alto módulo de elasticidade e não sofrem muita abrasão ou desgaste (AMESTI-GARIZABAL *et al.*, 2019). Melhorias na composição química e na estrutura interna, redução do tamanho de grão para nanodimensões, aprimoramento de

protocolos para produção industrial e processamento laboratorial proporcionaram um material com propriedades cada vez melhores, os quais atendem às demandas estéticas, mecânicas e biocompatíveis (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018; GWON *et al.*, 2019).

A cerâmica odontológica pode ser produzida por diferentes técnicas, como a técnica de estratificação tradicional (por condensação e sinterização de porcelana aplicada), a técnica de injeção e prensagem (prensagem a quente com lingotes ou pastilhas de cerâmica injetadas no refratário da cera perdida), técnica da infiltração de vidro (estratificado por prensagem térmica parcial e estratificação subsequente), e a técnica por usinagem/fresagem CAD/CAM (obtenção de imagem escaneada 3D, processada o desenho e usinado numa fresadora) (BAGIS; TURGUT, 2013; ALENCAR-SILVA *et al.*, 2017).

As cerâmicas de vidro de dissilicato de lítio e a policristalina de zircônia estabilizada são as matrizes mais amplamente utilizadas (LIMPUANGTHIP; POOSANTHANASARN; SALIMEE, 2022). As novas vitrocerâmicas, contêm fluorapatita e cristais de leucita em uma matriz de vidro feldspática. Estas são materiais fortes, rígidos, porém quebradiços, apresentando baixa tenacidade à fratura e alta suscetibilidade a falhas em virtude de sua natureza friável frente ao estresse mastigatório e/ou oclusal (KUKIATRAKOON; JUNPOOM; HENGTRAKOOL, 2009; JIN *et al.*, 2019; SALIMKHANI *et al.*, 2019). Além disso, a vitrocerâmica pode ser afetada pelo pH do ambiente oral e da dieta, o que pode levar à degradação da matriz polimérica. Todos esses fatores podem prejudicar suas propriedades físicas (rugosidade de superfície, dureza superficial, estabilidade da cor e resistência ao desgaste), influenciando no sucesso clínico ou falha das restaurações cerâmicas (RUSE; SADOON, 2014; GALVÃO; MIURA; ARAS, 2012).

Como uma alternativa à cerâmica, o retorno dos compósitos para tecnologia CAD/CAM, que são materiais híbridos, após sofrerem melhorias em sua composição, proporcionam vantagens tanto da cerâmica quanto das resinas, tais como módulo de elasticidade semelhante à dentina, módulo de resiliência significativamente maior do que algumas cerâmicas (vitrocerâmicas), resistência ao desgaste, além de características que tornam esses materiais fáceis de reparar, ajustar ou modificar (AMESTI-GARAIZABAL *et al.*, 2019; FERRUZZI *et al.*, 2019; BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018). Esses materiais oferecem algumas vantagens, como resiliência, reparabilidade e absorção de choque, quando comparados à fragilidade dos materiais cerâmicos que podem ocasionar falha por fratura (AMESTI-GARAIZABAL *et al.*, 2019; WENDLER *et al.*, 2021). Além disso, o desgaste do esmalte em um dente natural produzido por resina composta é menor do que o produzido por zircônia ou vitrocerâmica. Contudo, sua capacidade de polimento, estabilidade de cor,

resistência ao desgaste e resistência à fratura são menores quando comparadas às cerâmicas, necessitando de mais estudos a longo prazo (ZHI; BOTTOLOTTO; KREJCI, 2016).

Os avanços tecnológicos que vem acontecendo na Odontologia não abrangem apenas os materiais, mas também o desenvolvimento de equipamentos que trazem mais conforto para o paciente e para o profissional (AZIZ *et al.*, 2022). Exemplo disso é a introdução do escâner intraoral, *softwares* sofisticados e modelos digitais através da tecnologia CAD/CAM (*Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing*), que provocou uma mudança de paradigma em relação às restaurações indiretas (HAMPE *et al.*, 2019; RUSE; SADOON, 2014), permitindo um fluxo de trabalho mais eficiente no ambiente clínico-odontológico (CHIU *et al.*, 2020) e aumentando a popularidade na odontologia restauradora e protética (MALAGUTI *et al.*, 2017).

A tecnologia CAD/CAM foi inicialmente pesquisada na Odontologia ao final da década de 70 por Bruce Altschuler, nos EUA, François Duret, na França, e Werner Mormann e Marco Brandestini, na Suíça (ALVES *et al.*, 2017). Contudo, começou a ser mais utilizada no final 1990 (ZHI; BOTTOLOTTO; KREJCI, 2016). Esta refere-se a um sistema utilizado para projetar e fabricar uma restauração dentária. Na tecnologia CAD é utilizado um software para escanear, definir a forma e dimensões da restauração. Na tecnologia CAM, a restauração é fabricada por uma máquina a partir do modelo projetado anteriormente (RUSE; SADOON, 2014; ALENCAR-SILVA *et al.*, 2017; CHIU *et al.*, 2020).

Inicialmente, foram utilizados escâneres de mesa em laboratórios dentais, os quais digitalizavam os modelos de gesso antes da fresagem e da fabricação das próteses dentárias. Atualmente, o aprimoramento desse sistema e o surgimento de escâneres intraorais, permitiram que o dentista digitalize a situação intraoral do paciente no momento da impressão e processe os dados digitais em um CAD/CAM associado a um sistema para a fabricação de uma restauração dentária no consultório, a qual pode ser cimentada na mesma consulta (CHIU *et al.*, 2020). Assim, esse fluxo de trabalho digital permitiu um tratamento clínico mais eficiente, com a produção das coroas no consultório, em um chamado *chairside workflow* (fluxo de trabalho da cadeira), como alternativa à moldagem convencional, além de reduzir o desconforto do paciente e o risco de distorções, com economia de tempo e materiais, melhorando a adesão do usuário (CHIU *et al.*, 2020; MÜHLEMANN *et al.*, 2019; LIMPUANGTHIP; POOSANTHANASARN; SALIMEE, 2022).

No princípio, foram utilizados no sistema CAD/CAM, predominantemente, os materiais cerâmicos. Com o tempo, surgiram novos materiais restauradores com ajustes mais precisos, melhor estética e maior eficiência nas reabilitações orais quando comparados aos

tratamentos realizados pelo método tradicional, como os materiais híbridos (compósitos), que visam combinar as vantagens de ambos os materiais restauradores (resina e cerâmica) (ZHI; BOTTOLOTTO; KREJCI, 2016; RUSE; SADOON, 2014; MALAGUTI *et al.*, 2017; RAYYAN *et al.*, 2015). Além disso, o tempo de fresagem dos materiais híbridos na unidade CAM é menor quando comparado com os materiais cerâmicos, proporcionando uma vida útil mais longa das brocas empregadas (ZHI; BOTTOLOTTO; KREJCI, 2016; WENDLER *et al.*, 2021). Para esses materiais não há necessidade de queima de sinterização ou cristalização após a moagem. O brilho final e a suavidade da restauração podem ser alcançados pelo polimento da superfície, reduzindo o tempo e a quantidade de equipamento no processo (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018; ALDOSARI *et al.*, 2021; SOUZA *et al.*, 2021).

No desenvolvimento de novas gerações de próteses dentárias (projeto e fabricação) assistidas por computador, os compósitos CAD/CAM tem sua aplicação em tratamentos conservadores, estéticos e seguros como alternativa à cerâmica (WENDLER *et al.*, 2021; HASSAN; BELEIDY; EL-DIN, 2022), e podem ser classificados de acordo com a microestrutura e técnicas de fabricação em dois grupos: (1) blocos de compósitos com uma rede de cerâmica infiltrada com polímero (PICN), e (2) bloco de resina composta (RCB) semelhante à resina composta convencional, mas fabricada sob alta pressão e alta temperatura, e com partículas de cerâmica em cargas dispersas (zircônia, sílica e vidro de bário) (ALAMOUSH *et al.*, 2021). A principal diferença entre os dois é o método de incorporação. A RCB é uma mistura simples, usada para formular um compósito com partículas de carga inorgânica dispersas, onde a resina matriz é formada a partir de monômeros fotocuráveis. No entanto, para o PICN, uma rede entre cerâmica e polímero é criada em duas etapas: primeiro, uma rede cerâmica porosa pré-sinterizada é fabricada e condicionada por um agente de acoplamento. Então, esta rede cerâmica é infiltrada com um polímero. Essa técnica de fabricação resulta em um esqueleto tridimensional ou um híbrido de rede dupla, que melhora a distribuição de tensões e promove resistência à quebra do material (ALAMOUSH *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2021). Nos dois modelos de fabricação, e após fresagem, os processos de queima não são necessários e o polimento é realizado com discos abrasivos (FERRUZZI *et al.*, 2019).

Compósitos CAD/CAM são considerados preferíveis para pacientes com alta atividade oclusal quando a restauração estava em contato com o esmalte natural (FERRUZZI *et al.*, 2019). Estudos também mostraram que o desgaste do esmalte produzido por resina composta foi menor do que o produzido por zircônia ou vitrocerâmica, e apenas a resina composta não aumentou a rugosidade da superfície do esmalte após o teste de desgaste (ZHI;



BOTTOLOTTO; KREJCI, 2016). Essas restaurações podem ser facilmente reparadas na boca, embora esses materiais sejam caracterizados por praticamente não lascar (ALENCAR-SILVA *et al.*, 2017; GALVÃO; MIURA; ARAS, 2012). Por causarem menos trauma para a dentição antagonista, são os materiais mais recomendados para confecção de coroas sobre implantes, onde não há ligamento periodontal (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018).

Os fabricantes de compósitos CAD/CAM oferecem kits de coloração para atender às demandas estéticas mais altas. Geralmente, o processo de aplicação envolve um condicionamento químico da superfície dos materiais CAD/CAM e fotopolimerização do material de coloração para aplicação em consultório, sem indicação de uso de forno, e estão disponíveis em cores diferentes. Nesse sentido, mais estudos sobre o efeito da coloração na rugosidade da superfície são necessários. Para restaurações cerâmicas monolíticas, a caracterização por queima de pigmentação extrínseca está disponível para superar essa limitação estética (MÜHLEMANN *et al.*, 2019).

A rugosidade da superfície (Ra) possui um impacto substancial no sucesso estético, técnico, biológico e na durabilidade dos materiais restauradores (WADEI, 2023; LIMPUANGTHIP; POOSANTHANASARN; SALIMEE, 2022). Quanto mais áspera a superfície, maior o risco de iniciação de trincas e sua propagação. Além disso, foi demonstrado que a taxa de desgaste de um antagonista é altamente influenciada pela rugosidade da restauração oposta. Uma superfície mais rugosa pode levar a uma maior quantidade de acúmulo de placa e conseqüentemente risco de gengivite, cárie ao redor da restauração, e maior descoloração (MÜHLEMANN *et al.*, 2019; NAYYER *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2022).

Uma superfície áspera tem um impacto negativo na cor e na reflexão da luz. Quanto mais rugosa a superfície, menor a reflexão óptica (YUAN *et al.*, 2018). As propriedades ópticas dos dentes e restaurações incluem cor e translucidez, além de matiz, valor e croma (BAGIS; TURGUT, 2013). Os limiares de diferença de cor visual são úteis como uma ferramenta para garantia de qualidade, e uma referência para a escolha de materiais estéticos. Como resultado, o exame das mudanças de cor com dispositivos de medição de cor, como os espectrofotômetros, é bastante difundido. Esses dispositivos podem registrar e expressar matizes numericamente (ALDOSARI *et al.*, 2021; DOS SANTOS *et al.*, 2017).

O desgaste dentário e do material de restauração é um fenômeno clínico comum. Um dos principais fatores que levam à abrasão superficial e à rugosidade da restauração é a escovação diária dos dentes juntamente com o dentífrício. A escovação pode levar à remoção da camada caracterizada, aumento da rugosidade da superfície e mudança de cor de restaurações cerâmicas (YUAN *et al.*, 2018). Um estudo *in vitro* demonstrou que os compósitos CAD/CAM

apresentam comportamento de desgaste semelhante ao esmalte natural (MÜHLEMANN *et al.*, 2019), e outro estudo que as cerâmicas apresentam menor desgaste do que os compósitos em condições clínicas (MATZINGER *et al.*, 2019).

O consumo diário de grande quantidade de bebidas de cor escura, como café, chá, vinho tinto e refrigerante de cola, pode provocar alterações na cor, na translucidez e na rugosidade das restaurações (TANGO *et al.*, 2021; ALDOSARI *et al.*, 2021; DOS SANTOS *et al.*, 2017). Embora o processamento dos materiais restauradores CAD/CAM disponíveis tenha melhorado sua homogeneidade, aumentando sua resistência à descoloração, o manchamento extrínseco ainda é um problema que reduz a qualidade estética de nossas restaurações ao longo do tempo (SCHELKOPF *et al.*, 2022; ELDWAKHLY *et al.*, 2019; ADAWI *et al.*, 2021).

## 2 JUSTIFICATIVA

O ambiente bucal pode induzir alterações em qualquer tipo de restauração, afetando a estabilidade química, devido ao estresse mecânico através da mastigação, das substâncias com poder de manchamento e/ou acidez, e do uso de dispositivos de limpeza (ALTHOBITY *et al.*, 2021; KUKIATRAKOON; JUMPOOM; HENGTRAKOOL, 2009; ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019; SAGSOZ; SAGSOZ, 2019). Portanto, é importante que estes fatores sejam considerados no momento da sua indicação clínica (WENDLER *et al.*, 2018; DUCKE; ILIE, 2021).

Os diferentes tipos materiais restauradores CAD/CAM possuem as mesmas indicações pelos fabricantes, apesar de terem constituições e comportamento clínico distintos. Com o retorno dos compósitos confeccionados pela tecnologia CAD/CAM nos últimos anos, são necessários mais estudos sobre as propriedades físicas e mecânicas deste material, e sobre o desempenho do mesmo diante de condições inerentes ao ambiente oral, tais como desafio erosão/abrasão e manchamento. Para tal, avaliamos *in vitro* os efeitos de algumas soluções alimentares mais consumidas no mundo e da escovação mecânica nas propriedades de rugosidade de superfície e estabilidade de cor de um compósito em comparação com uma porcelana, de um mesmo fabricante e ambos utilizados na confecção de próteses por meio da tecnologia CAD/CAM, em um período simulado de cinco anos.

### **3 HIPÓTESE**

#### **3.1 Hipótese nula**

A hipótese nula desse estudo é que a imersão em soluções alimentares, associadas ou não a escovação, não altera a rugosidade de superfície e a magnitude colorimétrica de um compósito, em comparação com uma porcelana, ambos utilizados para CAD/CAM.

## **4 OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo Geral**

Analisar, *in vitro*, os efeitos de soluções alimentares, associado ou não à escovação, na rugosidade de superfície e estabilidade de cor de compósito de cadeias cruzadas de dimetacrilato com carga inorgânica (Tetric® CAD) e de uma vitrocerâmica reforçada de leucita (IPS Empress® CAD), ambos utilizados na confecção de próteses por meio da tecnologia CAD/CAM, com a mesma indicação clínica pelo fabricante, em um período simulado de 5 anos.

### **4.2 Objetivos Específicos**

- Analisar o efeito da imersão em diversas soluções alimentares (água destilada, café, chá preto, vinho tinto e refrigerante de cola) em um período simulado de cinco anos, na rugosidade de superfície e na estabilidade de cor do compósito (Tetric® CAD) e da porcelana (IPS Empress® CAD).
- Analisar o efeito da imersão em diversas soluções alimentares (água destilada, café, chá preto, vinho tinto e refrigerante de cola), associada à escovação, em um período simulado de cinco anos, na rugosidade de superfície e na estabilidade de cor do compósito (Tetric® CAD) e da porcelana (IPS Empress® CAD).
- Comparar o efeito da imersão em diversas soluções alimentares (água destilada, café, chá preto, vinho tinto e refrigerante de cola), associada ou não à escovação, em um período simulado de cinco anos, na rugosidade de superfície e na estabilidade de cor, entre os dois materiais testados (porcelana e compósito).

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

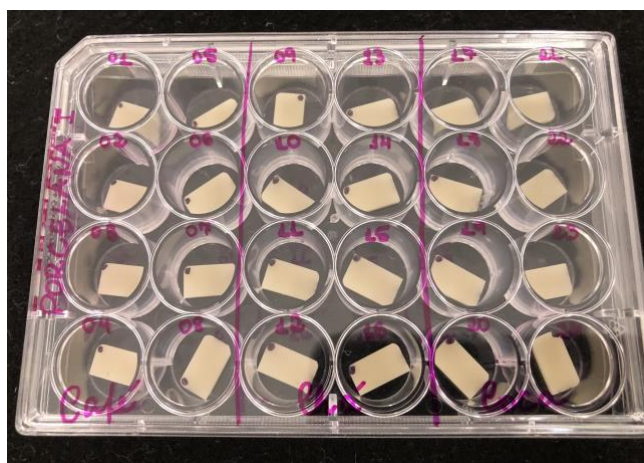
### 5.1 Delineamento experimental

A presente pesquisa trata-se de um estudo experimental, laboratorial, *in vitro*.

Tendo em vista que Alencar-Silva *et al.* (2019) mostrou que magnitude colorimétrica varia significativamente em amostras de porcelana CAD-CAM submetidas a imersão em vinho tinto ( $+1,87 \pm 0,41$ ), estima-se necessário avaliar 7 amostras por grupo a fim de obter um poder de 90% e intervalo de confiança de 95% em rejeitar a hipótese de nulidade (teste t pareado). Tendo em vista a possibilidade de perda de amostra, acresceu-se 10% sobre esta, totalizando 8 amostras por grupo.

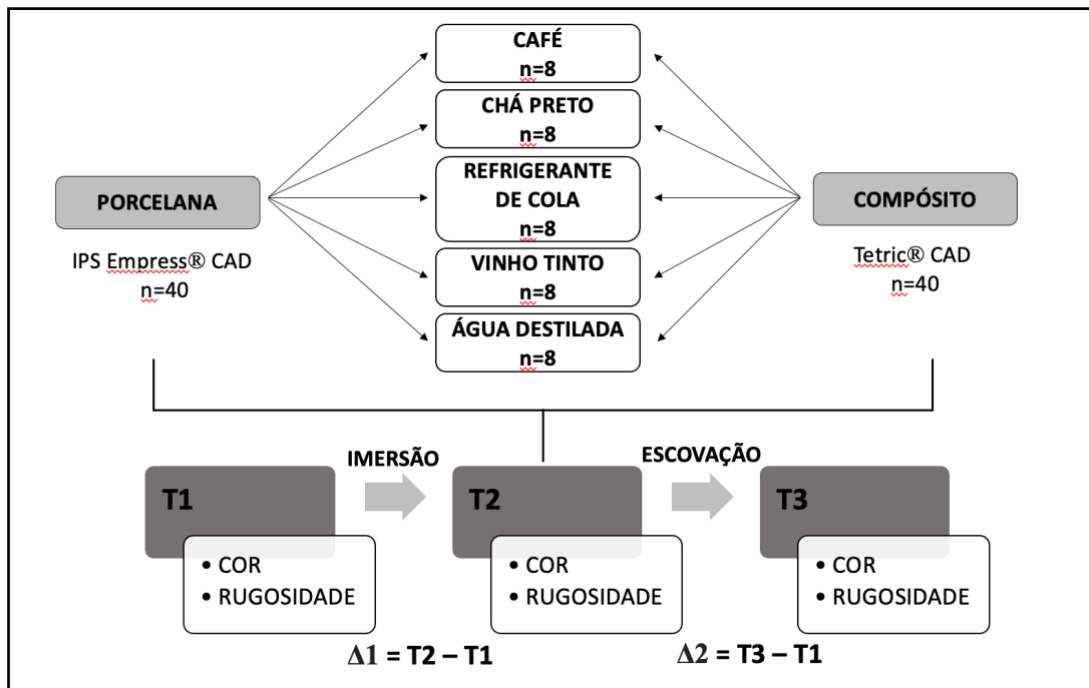
As amostras (porcelana e compósito) foram aleatorizadas em 5 grupos experimentais, de acordo com as soluções de imersão ( $n = 8$ ) (Figura 1). Estas foram analisadas (cor e rugosidade de superfície) em três tempos experimentais (T1, T2 e T3), onde denominamos a variação  $\Delta 1$  de a diferença de valores encontrada entre T2 – T1 e  $\Delta 2$  a variação entre T3 – T1, conforme observado na figura 2 (adaptado de ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

Figura 1 - Aleatorização e acondicionamento das amostras para início dos ensaios experimentais.



Fonte: próprio autor.

Figura 2 - Desenho esquemático da distribuição das amostras entre os grupos e delineamento dos testes experimentais (magnitude de cor e rugosidade de superfície) ao longo do tempo.



T1 (análise inicial após polimento); T2 (análise após a imersão nas substâncias); T3 (análise após ensaio de escovação). A variação  $\Delta 1$  representa a diferença de valores encontrada entre T2 – T1, e  $\Delta 2$  a variação entre T3 – T1. Fonte: próprio autor.

## 5.2 Amostra

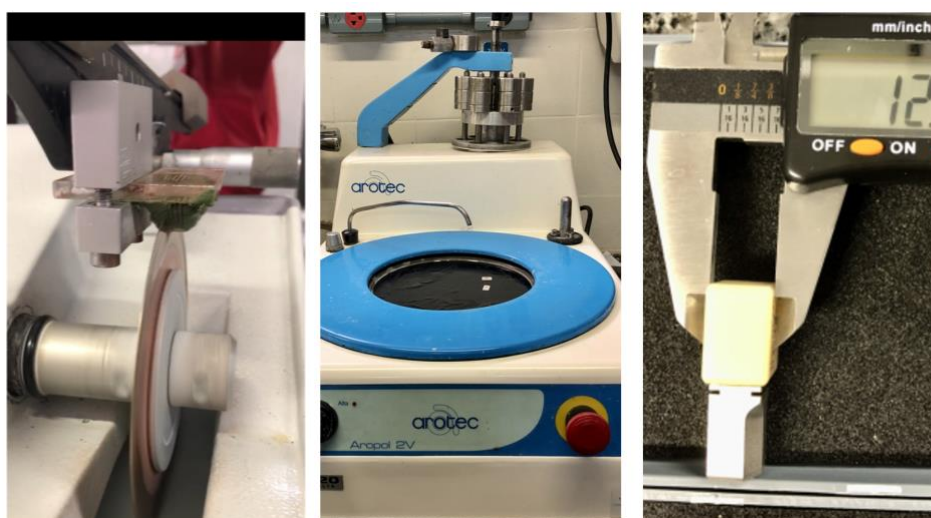
Oitenta espécimes de formato retangular e dimensões 7 mm (largura) x 12 mm (altura) x 2 mm (espessura) foram obtidos, sendo quarenta espécimes a partir de blocos de vitrocerâmica reforçada de leucita, nome comercial IPS Empress® CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), na cor A2, e quarenta espécimes obtidos de blocos de compósito de cadeias cruzadas de dimetacrilato com carga inorgânica, nome comercial Tetric® CAD, (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), na cor A2 (Quadro 1). Todos os blocos de uso para tecnologia CAD/CAM foram cortados transversalmente por meio de um disco diamantado acoplado a uma máquina de corte metalográfico (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, USA), com refrigeração abundante (ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

Quadro 1 - Descrição dos materiais (porcelana e compósito) utilizados no estudo.

Material	Cor/Tamanho	Fabricante	Lote	Composição
IPS Empress® CAD	A2/C14	Ivoclar Vivadent	Y52534	Cerâmica de vidro reforçada por leucita (35–45 vol.%)
Tetric® CAD	A2/C14	Ivoclar Vivadent	Y25385	28,4% Bis-GMA UDMA, Bis-EMA, TEGDMA; 64% (<1 µm) de partículas de vidro de bário; 7,1% (<20 nm) nanopartículas de SiO <sub>2</sub>

Os espécimes de ambos os grupos foram planificados e polidos utilizando-se uma politriz elétrica rotativa (Arotec - Aropol 2V, Cotia, São Paulo, Brasil) com lixas abrasivas de granulação 400, 600 e 1200 (Buehler, Dusseldorf, Alemanha), durante 30 segundos cada uma, sob refrigeração (ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019). A espessura do material (2 mm) foi confirmada com o auxílio de um paquímetro digital (Figura 3).

Figura 3 - Sequência de obtenção das amostras, com corte, planificação e polimento.



Fonte: próprio autor.

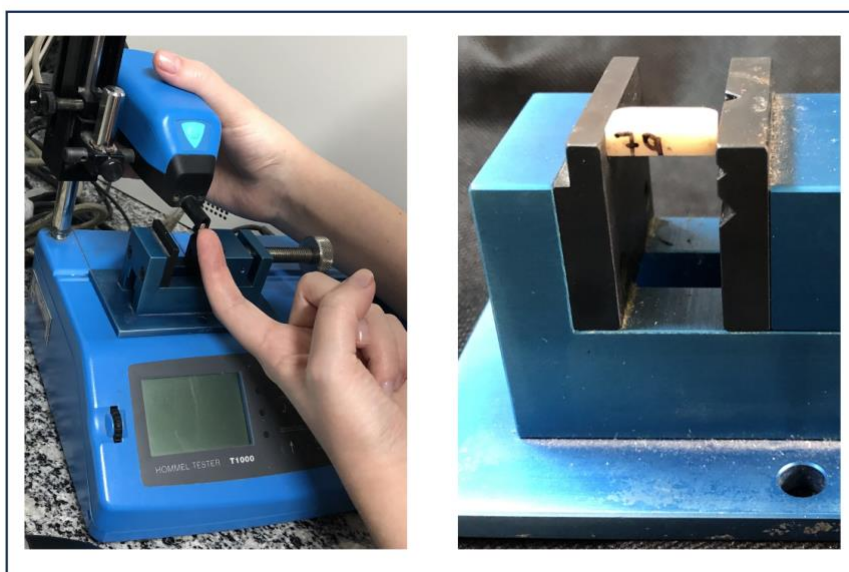
### 5.3 Análise de rugosidade de superfície

A rugosidade de superfície (Ra) foi aferida por meio de um rugosímetro digital manual (Hommel Tester T1000, Santo André, São Paulo, Brasil), com uma resolução vertical de 0,01mm (precisão de Ra), no qual os espécimes foram individualmente fixados em um suporte metálico da máquina, de forma a tornar a superfície perpendicular à ponta de diamante



de 5 $\mu$ m de raio, programada para se mover com carga constante de 4 mN, velocidade constante de 0,5 mm/s e uma distância de 4,8 mm, seguindo um trajeto retilíneo (Figura 4). Foram realizadas três leituras no centro das superfícies de cada amostra, distantes entre si em 1 mm. A média das três medidas foi considerada o valor final de rugosidade (Ra) de cada espécime (ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

Figura 4 - Aparelho utilizado para mensuração da rugosidade de superfície (Hommel Tester T1000<sup>®</sup>).



As amostras foram individualmente fixadas em um suporte metálico da máquina, de forma a tornar a superfície perpendicular à ponta de diamante. Fonte: próprio autor.

#### 5.4 Análise da estabilidade de cor

Um espectrofotômetro digital portátil (Vita Easychade, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co, Alemanha) foi empregado para quantificar a magnitude da diferença colorimétrica  $\Delta E_{00}$ , em que  $L^*$  representa a luminosidade,  $a^*$  a cromaticidade vermelho-verde, e  $b^*$  a cromaticidade amarelo-azul). Os parâmetros  $K_L$ ,  $K_C$ , e  $K_H$  foram estabelecidos em 1 (SHARMA, DALAL, 2005). As mensurações foram feitas antes e após os tratamentos realizados por grupo, com a ponta da sonda colocada 90 graus perpendicular à superfície das amostras e a mesma distância para todas as leituras, auxiliadas por um dispositivo de silicone (Express<sup>TM</sup> XT, 3M, São Paulo, Brasil) para padronizar o local de aferição e impedir a entrada de luz ambiente (Figura 5). Sendo obtidas três repetições no centro das superfícies de cada espécime apoiado sobre um anteparo branco padronizado (BAGIS; TURGUT, 2013; DOS

SANTOS *et al.*, 2017), e o valor médio dos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram aplicados na fórmula CIEDE2000 visando detectar diferenças de cores resultantes dos experimentos (GARZA *et al.*, 2016). Uma vez que esta pesquisa se trata de um estudo *in vitro*, considerou-se o limite de aceitabilidade (LA) e o limite de perceptibilidade (LP) definidos no estudo de Paravina *et al.* (2015), que definiu o LA em 1,8 unidades de  $\Delta E$  e 0,8 o LP.

Figura 5 - Dispositivo utilizado para mensuração da cor (Vita Easychade®).



A ponta da sonda foi colocada 90 graus perpendicular à superfície das amostras. Um dispositivo de silicone foi utilizado para padronizar o local de aferição e impedir a entrada de luz ambiente. Fonte: próprio autor.

### 5.5 Imersão em soluções alimentares

As amostras foram lavadas com água destilada em cuba ultrassônica (Cristófoli 2,1 litros, Campo Mourão, Paraná, Brasil), durante cinco minutos, para remoção de todos os detritos da superfície e, em seguida, secos com um spray de ar. Posteriormente, foram armazenados em recipientes de plástico tampados (placa de cultura de células de 24 poços), contendo 2 mL de cada solução de estudo por espécime (Figura 6) e mantidos em ambiente escuro dentro de estufa (Olidef CZ, Ribeirão Preto, SP, Brasil), na temperatura de  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ , durante 60 dias, simulando cinco anos de ingestão para cada solução (ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019). Para as imersões, Guler *et al.* (2005) consideram que o tempo médio de consumo de uma xícara de café é de 15 minutos, sendo a quantidade média de consumo de 3,2 xícaras por dia. Portanto, um tempo de imersão em 24 horas simularia cerca de um mês de consumo de café. Para os demais líquidos alimentares, foi utilizado o tempo de consumo médio diário do café como referência padrão.

Soluções de café e chá foram preparadas dissolvendo uma colher de sopa (12g) de café em pó (Nescafé, Nestlé Brasil Ltda) para cada 250 mL de água destilada fervida, proporcionado em becker de vidro e agitado durante 30 segundos em agitador magnético

(Marconi MA085/CT, Piracicaba, São Paulo, Brasil), e 1,8 gramas de chá preto em sachê (Dr. Oetker Brasil LTDA) para cada 250 mL de água destilada fervida. O preparo das soluções seguiu as recomendações dos fabricantes. As demais bebidas utilizadas foram refrigerante de cola (Coca-cola, São Paulo, SP, Brasil) e vinho tinto (Pérgorla, Campestre da Serra, RS, Brasil), e todas foram trocadas a cada 24 horas de armazenamento. A cada sete dias de contato dos espécimes com os líquidos alimentares, foram lavados com água destilada por cinco minutos em cuba ultrassônica descrita acima, para remoção de pigmentos fracamente aderidos às amostras (ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

Figura 6 - Amostras imersas em 2mL das diversas soluções alimentícias: Café, Chá Preto, Refrigerante de Cola, Vinho Tinto e Água Destilada.



Fonte: próprio autor.

## 5.6 Ensaio de escovação

Após a finalização da imersão nas soluções alimentares, e nova aferição dos parâmetros de rugosidade e magnitude de cor (T2), foi realizada a escovação dos espécimes em uma máquina de simulação de escovação (Elquip – MSEI, São Carlos, São Paulo, Brasil). Foi utilizada a seguinte programação da máquina: 80000 ciclos, simulando cinco anos de escovação, com impressão de uma carga de 2 N sobre a superfície dos espécimes, movimento de escovação com uma amplitude de excursão de 20 mm e velocidade de 4,5 movimentos por segundo (GARZA *et al.*, 2016). As amostras foram fixados em discos de silicone (30 mm de diâmetro e 5 mm de espessura) e encaixados nos suportes de acrílico da máquina de escovação. Uma suspensão de 200 mL de água destilada e 200 g de dentífrício (Colgate Total 12; Colgate-Palmolive Industria Ltda, Campo, São Paulo, Brasil) foi preparada mantendo-se uma proporção de 1:1, a qual foi incluída em seringas plásticas de 20 mL adaptadas à máquina. Foram utilizadas escovas macias (Tek, Johnson & Johnson Ind. Com. Ltda) com 26 tufo de cerdas de 0,25 mm

de diâmetro e 10 mm de altura, cujos cabos foram cortados para o correto encaixe nas sapatas da máquina de escovação. A máquina foi regulada para que 1 mL da suspensão de dentifrício fosse injetada, a cada 1 minuto, na superfície dos espécimes sujeita à ação das escovas, e a temperatura do ambiente interno da máquina mantida em 37°C (Figura 7) (adaptado de ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

Figura 7 - Máquina de simulação de escovação (Elquip®) utilizada no estudo, evidenciando as seringas contendo uma solução de dentifrício e água destilada (1:1)



Fonte: próprio autor.

## 5.7 Análise dos dados

Os dados foram expressos em forma de média e desvio-padrão, submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e comparados por meio do teste *ANOVA-3-way* seguido do pós teste de Bonferroni no software SPSS v20.0 para Windows com uma confiança de 95%. Para a análise dos dados, foi considerada a variação encontrada entre T2 – T1, aqui chamada de  $\Delta 1$ , e a variação T3-T1, chamada de  $\Delta 2$ .

Para as análises de variação de rugosidade e cor observadas ao longo do tempo, para as amostras de porcelana ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ) e compósito ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ), foi realizado o teste t pareado, para dados paramétricos, e teste Wilcoxon, para dados não paramétricos.

Para a comparação entre as diversas substâncias, dentro de um mesmo período experimental foi utilizado o teste ANOVA, seguido do pós-teste Tukey para dados paramétricos e teste Kruskal-Wallis seguido do pós-teste Dunn para dados não paramétricos.

## 6 RESULTADOS

*Análise multivariada para os fatores: 1) material (porcelana versus compósito); 2) Substância de imersão (café, chá preto, refrigerante de cola, vinho tinto, água destilada); 3) tempo experimental ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ).*

Na análise da estabilidade de cor, observamos na análise multivariada 3-fatores que todas as variáveis estudadas na pesquisa tiveram significância estatística, onde compósito apresentou maiores alterações de cor que porcelana; a substância vinho tinto foi a que mais alterou a cor dos substratos, seguido de chá e café; e a maior alteração de cor foi observada no período experimental  $\Delta 1$ , demonstrando que a escovação foi capaz de remover parte dos pigmentos oriundos das substâncias de imersão (Tabela 1).

Na análise da rugosidade de superfície, foi verificado que apenas a variável tempo foi determinante estatisticamente. O material (porcelana ou compósito) e a substância de imersão (café, chá preto, vinho tinto, refrigerante de cola e água) não trouxeram grande impactos nesta análise, demonstrando que a escovação foi o maior responsável pela alteração da rugosidade.

Tabela 1 - Análise multivariada

	F	p-Valor	Pós-teste de Bonferroni
<b>Cor</b>			
Material	94,75	<0,001*	Compósito > Porcelana
Solução	72,14	<0,001*	Vinho > Chá > Café > Coca = Água
Tempo	45,63	<0,001*	$\Delta 1 > \Delta 2$
Material * Solução * Tempo	5,80	<0,001*	
<b>Rugosidade</b>			
Material	0,66	0,418	Compósito = Porcelana
Solução	0,28	0,891	Vinho = Chá = Café = Coca = Água
Tempo	4,88	0,029*	$\Delta 1 < \Delta 2$
Material * Solução * Tempo	0,53	0,715	

\*p<0,05, teste ANOVA-3-way/Bonferroni.

***Efeito da imersão nas soluções alimentares, associada ou não à escovação, na rugosidade de superfície do compósito e da porcelana***

A variação da rugosidade de superfície observada nos períodos experimentais  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$  para as amostras de compósito e porcelana, para as diversas soluções alimentícias utilizadas nesse estudo, estão descritas na Tabela 2. A análise estatística da comparação entre os períodos experimentais ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ) para cada solução, assim como a análise da comparação das soluções com o grupo água (solução versus água), para cada período experimental, também está detalhada na Tabela 2.

Tabela 2 - Análise da variação de rugosidade de superfície das amostras de compósito e porcelana analisadas nos períodos experimentais  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$ , para as diversas soluções alimentícias testadas.

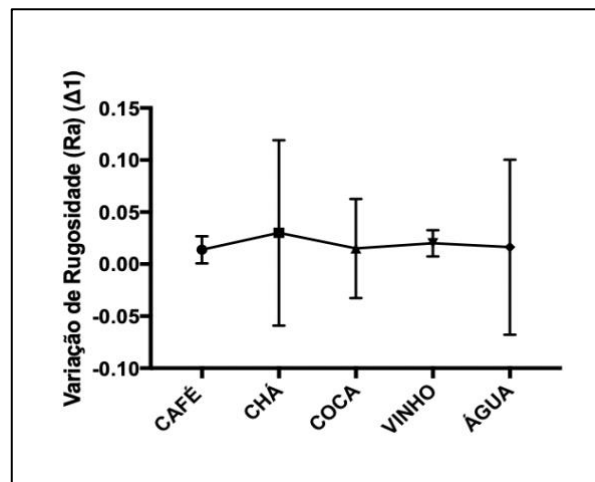
Solução	Rugosidade			
	Porcelana		Compósito	
	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 1$	$\Delta 2$
Café	+0.01±0.01 <sup>A,a</sup>	+0.06±0.12 <sup>A,a</sup>	+0.02±0.03 <sup>A,a</sup>	+0.05±0.01 <sup>A,a</sup>
Chá	+0.03±0.09 <sup>A,a</sup>	+0.01±0.11 <sup>A,a</sup>	+0.00±0.01 <sup>B,a</sup>	+0.04±0.02 <sup>A,b</sup>
Coca	+0.02±0.05 <sup>A,a</sup>	+0.04±0.05 <sup>A,a</sup>	+0.02±0.02 <sup>A,a</sup>	+0.05±0.03 <sup>A,a</sup>
Vinho	+0.02±0.01 <sup>A,a</sup>	+0.02±0.02 <sup>A,a</sup>	+0.01±0.02 <sup>A,a</sup>	+0.04±0.03 <sup>A,b</sup>
Água	+0.02±0.08 <sup>A,a</sup>	+0.00±0.02 <sup>A,a</sup>	+0.03±0.03 <sup>A,a</sup>	+0.05±0.03 <sup>A,a</sup>

Dados expressos como média  $\pm$  desvio-padrão.  $\Delta 1$ : variação entre os tempos experimentais T2 (Análise após a imersão/antes da escovação) e T1 (análise inicial);  $\Delta 2$ : variação entre os tempos experimentais T3 (Análise após a escovação) e T1 (análise inicial). Letras iguais representam grupos estatisticamente iguais; letras diferentes representam grupos estatisticamente diferentes. Letras maiúsculas representam comparações estatísticas na coluna (Soluções versus água). Letras minúsculas representam comparações estatística na linha ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ).

Observou-se que não houve alterações significantes na rugosidade de superfície das amostras de porcelana ao longo do tempo, independente da substância de imersão analisada ( $p > 0,05$ ). Já para as amostras de compósito, a análise da variação de rugosidade de superfície ao longo dos períodos experimentais ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ) demonstrou uma diferença estatisticamente significativa para os grupos Chá preto ( $p < 0,001$ ) e Vinho tinto ( $p = 0,03$ ).

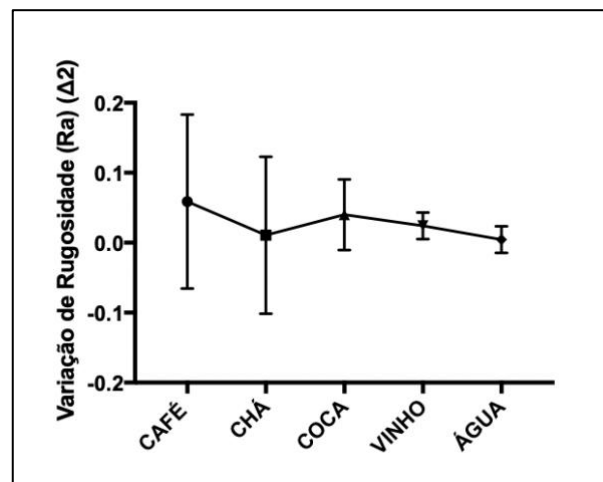
Adicionalmente, foi verificado o impacto que determinada substância de imersão poderia acarretar à rugosidade de superfície para as amostras de porcelana, quando comparadas com o grupo controle água. Não foram observadas diferenças entre os grupos para variação em  $\Delta 1$  ( $p = 0,98$ ) (gráfico 1) e  $\Delta 2$  ( $p = 0,57$ ) (gráfico 2).

Gráfico 1 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de porcelana em  $\Delta 1$  entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



Teste estatístico ANOVA seguido do pós-teste Tukey; nível de significância  $p < 0,05$ .

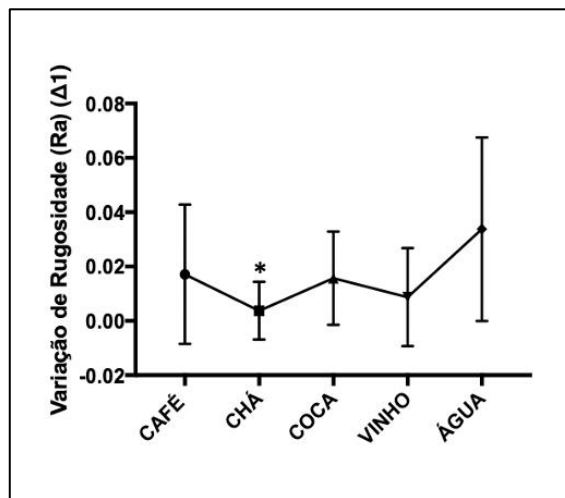
Gráfico 2 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de porcelana em  $\Delta 2$  entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



Teste estatístico Kruskal-Wallis seguido do pós-teste Dunn; nível de significância  $p < 0,05$ .

Quando analisamos a variação de rugosidade inicial das amostras de compósito em  $\Delta 1$ , observamos que todas as substâncias demonstraram uma menor variação que o grupo controle água destilada, sendo essa diferença significativa apenas na comparação com o grupo chá preto ( $p=0,03$ ) (Gráfico 3).

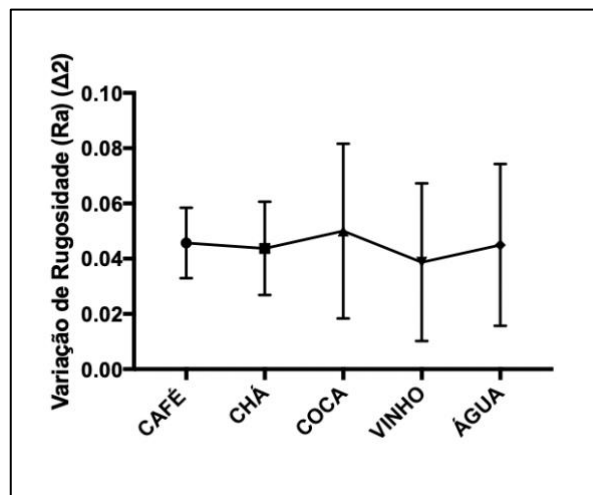
Gráfico 3 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de compósito em  $\Delta 1$  entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



Teste estatístico ANOVA seguido do pós-teste Tukey; nível de significância  $p < 0,05$ .

Entretanto, quando analisamos a variação de rugosidade em  $\Delta 2$ , não observamos diferenças entre as diversas substâncias testadas em comparação com o grupo água destilada ( $p > 0,05$ ) (Gráfico 4).

Gráfico 4 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de compósito em  $\Delta 2$  entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



Teste estatístico ANOVA seguido do pós-teste Tukey, nível de significância  $p < 0,05$ .



***Efeito da imersão nas soluções alimentares associada ou não à escovação, na estabilidade de cor do compósito e da porcelana***

A variação da magnitude colorimétrica ( $\Delta E$ ) observada nos períodos experimentais  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$  para as amostras de compósito e porcelana, para as diversas soluções alimentícias utilizadas nesse estudo, estão descritas na Tabela 3. A análise estatística da comparação entre os períodos experimentais ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ) para cada solução, assim como a análise da comparação das soluções com o grupo água (solução versus água), para cada período experimental, também está detalhada na Tabela 3.

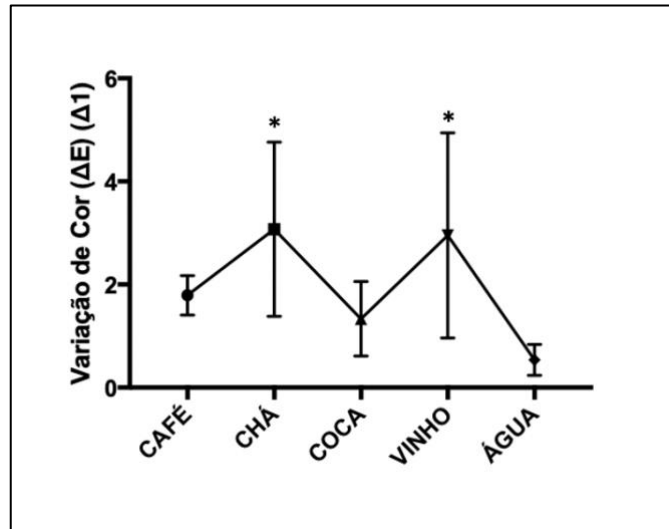
Observou-se que, as amostras de porcelana apresentaram uma variação de cor ( $\Delta E$ ) estatisticamente significativa ao longo dos períodos experimentais ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ) apenas para as amostras imersas em água destilada ( $p=0,03$ ). Destaca-se que, considerando o primeiro período experimental ( $\Delta 1$ ), as amostras de porcelana imersas em chá preto ( $p=0,008$ ) e vinho tinto (e  $p=0,0001$ ) apresentaram uma variação de cor acima do limite de aceitabilidade, apresentando-se diferentes estatisticamente em comparação com o grupo água destilada (Gráfico 5). Mesmo após o ensaio de escovação ( $\Delta 2$ ), as amostras imersas em chá preto ( $p=0,0002$ ) continuaram com variação de cor acima da aceitabilidade, e diferente estatisticamente quando comparado ao grupo água destilada (Gráfico 6).

Tabela 3 - Análise da variação da magnitude colorimétrica ( $\Delta E$ ) das amostras de compósito e porcelana analisadas nos períodos experimentais  $\Delta 1$  e  $\Delta 2$ , para as diversas soluções alimentícias testadas.

Solução	Cor			
	Porcelana		Compósito	
	$\Delta 1$	$\Delta 2$	$\Delta 1$	$\Delta 2$
Café	1.79±0.38 <sup>A,a</sup>	1.73±0.55 <sup>A,a</sup>	4.58±1.58 <sup>B,a</sup>	1.30±0.76 <sup>A,b</sup>
Chá	3.07±1.69 <sup>B,a</sup>	2.79±1.01 <sup>B,a</sup>	7.37±0.78 <sup>B,a</sup>	3.70±1.11 <sup>B,b</sup>
Coca	1.33±0.72 <sup>A,a</sup>	1.78±1.19 <sup>A,a</sup>	1.02±0.20 <sup>A,a</sup>	0.77±0.28 <sup>A,b</sup>
Vinho	2.95±1.99 <sup>B,a</sup>	1.39±0.53 <sup>A,a</sup>	14.75±3.61 <sup>B,a</sup>	6.46±3.87 <sup>B,b</sup>
Água	0.54±0.30 <sup>A,a</sup>	0.91±0.29 <sup>A,b</sup>	0.80±0.38 <sup>A,a</sup>	1.06±0.47 <sup>A,b</sup>

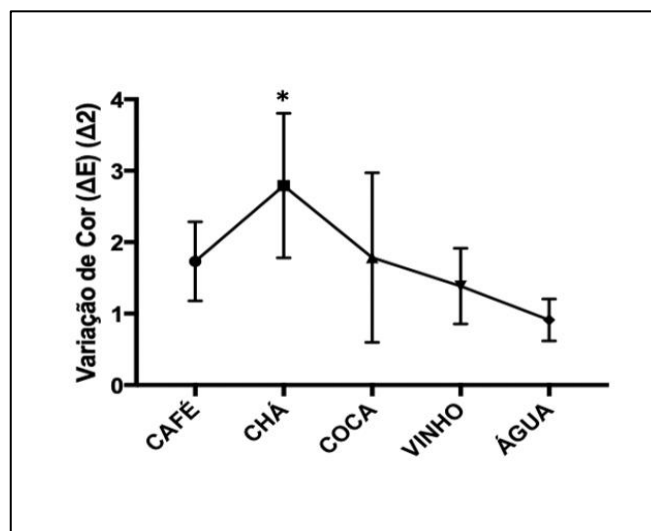
Dados expressos como média  $\pm$  desvio-padrão.  $\Delta 1$ : variação entre os tempos experimentais T2 (Análise após a imersão/antes da escovação) e T1 (análise inicial);  $\Delta 2$ : variação entre os tempos experimentais T3 (Análise após a escovação) e T1 (análise inicial). Letras iguais representam grupos estatisticamente iguais; letras diferentes representam grupos estatisticamente diferentes. Letras maiúsculas representam comparações estatísticas na coluna (Soluções versus água). Letras minúsculas representam comparações estatística na linha ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ).

Gráfico 5 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de porcelana em  $\Delta 1$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



Teste estatístico ANOVA seguido do pós-teste Tukey; nível de significância  $p < 0,05$ . \* diferença estatisticamente significativa

Gráfico 6 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de porcelana em  $\Delta 2$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.

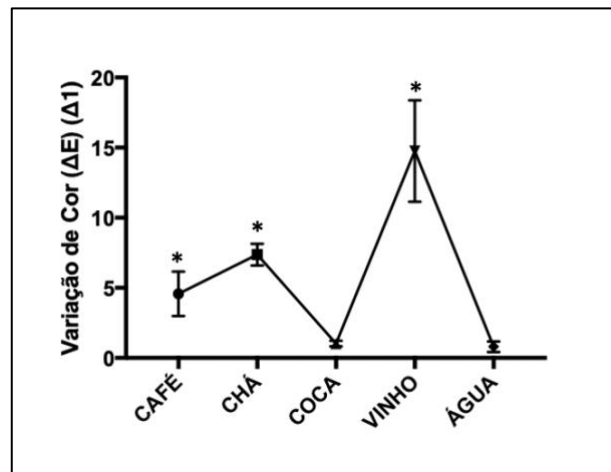


Teste estatístico ANOVA seguido do pós-teste Tukey; nível de significância  $p < 0,05$ . \* diferença estatisticamente significativa

Todas as amostras de compósito apresentaram diferença estatisticamente significativa na comparação para cada substância de imersão, ao longo dos períodos experimentais ( $\Delta 1$  versus  $\Delta 2$ ): Café ( $p = 0,0006$ ); Chá Preto ( $p < 0,0001$ ); Refrigerante de Cola ( $p = 0,016$ ); Vinho

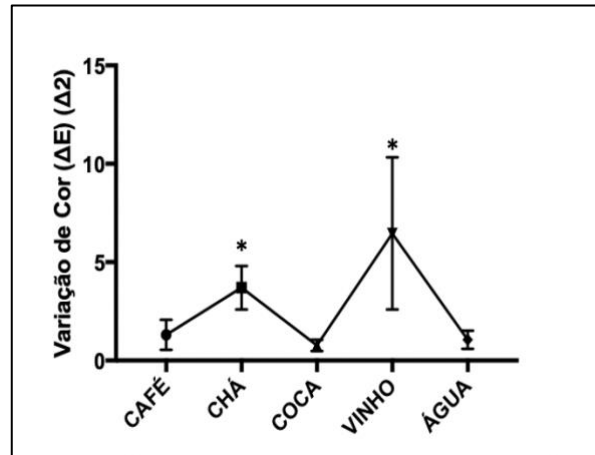
tinto ( $p=0,0006$ ); Água destilada ( $p=0,03$ ). Considerando o primeiro período experimental ( $\Delta 1$ ), as amostras de compósito imersas em Café, Chá preto e Vinho Tinto apresentaram variação de cor ( $\Delta E$ ) acima do limite de aceitabilidade (tabela 3), sendo observada uma diferença estatisticamente significativa entre esses grupos e o grupo água destilada (café,  $p=0,0009$ ), (chá,  $p=0,0001$ ) e (vinho,  $p=0,0001$ ) (Gráfico 7). Na análise de  $\Delta E$  após ensaio de escovação ( $\Delta 2$ ), a comparação do grupo água destilada com o chá preto ( $p=0,048$ ) e vinho ( $p=0,0001$ ) mantiveram diferença significativa, além de permanecerem com variação de cor acima da aceitabilidade (Gráfico 8).

Gráfico 7 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de compósito em  $\Delta 1$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



Teste estatístico ANOVA seguido do pós-teste Tukey; nível de significância  $p < 0,05$ . \* diferença estatisticamente significativa

Gráfico 8 - Comparação da variação de cor ( $\Delta E$ ) observada nas amostras de compósito em  $\Delta 2$ , entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



Teste estatístico ANOVA seguido do pós-teste Tukey; nível de significância  $p < 0,05$ . \* diferença estatisticamente significativa

## 7 DISCUSSÃO

O presente estudo visou comparar *in vitro* as propriedades rugosidade de superfície e magnitude colorimétrica entre um compósito de cadeias cruzadas de dimetacrilato com carga inorgânica (Tetric® CAD) e de uma vitrocerâmica reforçada de leucita (IPS Empress® CAD), ambos utilizados no sistema CAD/CAM, após a imersão em substâncias alimentares (24 h durante 2 meses, simulando 5 anos) e submetidos à escovação (80.000 ciclos, simulando 5 anos). Com os resultados deste estudo, foi observado que os compósitos tiveram comportamento diferente em relação à cerâmica, principalmente no que concerne à análise de cor, rejeitando parcialmente a hipótese nula.

Novos compósitos surgiram para utilização na tecnologia CAD/CAM, melhorando sua composição e sendo uma alternativa à cerâmica, material já consolidado (AMESTI-GARIZABAL *et al.*, 2019; FERRUZZI *et al.*, 2019; BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018). De acordo com o fabricante dos materiais utilizados no presente estudo, tanto o compósito quanto a cerâmica utilizados no sistema supracitado possuem as mesmas indicações clínicas, apesar de possuírem propriedades físico-mecânicas distintas. Diante disso, torna-se relevante investigar as propriedades desse novo compósito CAD/CAM e confrontá-las com as da cerâmica para discernir melhor suas indicações como material restaurador.

A rugosidade de superfície é um parâmetro importante a ser considerado na seleção de um material restaurador, pois está intimamente ligada à retenção de microrganismos, afetando, assim, a longevidade e as propriedades estéticas de uma restauração (MOKHTAR, 2022; WADEI, 2023; LIMPUANGTHIP; POOSANTHANASARN; SALIMEE, 2022). Contudo esse parâmetro é bastante variável e influenciado por características como a composição química do material, o processo de fabricação, a escala de avaliação, os métodos de medição, as unidades de medida utilizadas, além das técnicas empregadas na preparação da superfície (AL-THOBITY *et al.*, 2021). Essa diversidade de fatores torna desafiadora a comparação direta entre diferentes estudos.

No presente trabalho, os valores de rugosidade de superfície obtidos nas amostras de porcelana não apresentaram alterações estatisticamente significativas ao longo do tempo, independente da substância de imersão analisada e da escovação. Essa maior resistência ao desgaste pode ser atribuída à forte estrutura da rede cerâmica e aos maiores valores de dureza desse material (KAMONKHANTIKUL *et al.*, 2016). Nenhuma relação entre escovação dentária e rugosidade superficial (Ra) surgiu no estudo conduzido por Mörmann *et al.* (2013), no qual as amostras investigadas incluem os compósitos Lava Ultimate (3M ESPE), Vita

Enamic (Vita Zahnfabrik) e outros blocos cerâmicos como zircônia e dissilicato de lítio, utilizados no sistema cad/cam. Todos os espécimes foram armazenados por 7 dias em água deionizada e sucessivamente escovação dentária por 40.000 ciclos. Esses dados são semelhantes aos de Alencar-Silva *et al.* (2019) que mostraram que a rugosidade permaneceu praticamente inalterada na superfície de amostras de porcelana polidas mesmo após a imersão em substâncias alimentares ao final do período experimental, o qual também simulou 5 anos. Mahrous *et al.* (2023) mostraram que a escovação também não teve efeito significativo na rugosidade de superfície de três cerâmicas diferentes. Vale ressaltar que o trabalho avaliou um período simulando apenas 1 ano de escovação.

Na literatura que versa sobre o efeito da imersão dos compósitos CAD/CAM em substância alimentares na rugosidade superficial não há uma padronização entre as soluções, sendo que uns estudos utilizam soluções ácidas, outros, soluções corantes e, ainda tem os que usam o álcool (FUCHS *et al.*, 2023; YERLIYURT; SARYKAYA, 2022; DI FIORE *et al.* 2022). No presente estudo, verificou-se que compósitos não apresentaram diferença estatística no parâmetro rugosidade depois da imersão nas substâncias testados ( $\Delta 1$ ), com exceção do chá, que demonstrou uma menor rugosidade de superfície, mostrando que apenas a imersão nas substâncias alimentares não é capaz de alterar essa propriedade nos demais grupos. Apesar deste resultado ser diferente dos estudos de Yerliyurt e Sarykaya (2022) e de Fuchs *et al.* (2023), os quais mostraram que a imersão em diferentes soluções corantes causou alteração na rugosidade de superfície em compósitos, cabe ressaltar que as substâncias testadas por esses autores (sucos de romã e nabo, álcool, e refrigerante pepsi) foram diferentes das utilizadas no presente estudo.

No entanto, após a imersão e a escovação, ou seja, no  $\Delta 2$ , os compósitos mostraram diferença estatística na rugosidade superficial ao longo do período experimental para o chá preto e vinho tinto. A rugosidade de superfície em compósitos após ensaio de escovação foi estudada por diversos autores. Alguns estudos mostraram que a escovação não teve efeito significativo na rugosidade superficial dos compósitos (MAHROUS *et al.*, 2023; KAMONKHANTIKUL *et al.*, 2016; MÖRMANN *et al.*, 2013; NIMA *et al.*, 2021), enquanto outros autores encontraram que houve um aumento significativo na rugosidade de superfície dos compósitos testados, provocados pela escovação dentária (ISHIDA; MIURA; SHINYA, 2023; DE ANDRADE *et al.*, 2021). Ademais, Flury *et al.* (2017) observaram o efeito da escovação *in vitro* em diferentes compósitos CAD/CAM. As amostras foram armazenadas em água por um período de 6 meses e, mensalmente, foram submetidas a 500 ciclos de escovação. Os resultados revelaram comportamentos distintos nos materiais, mostrando que a rugosidade

superficial aumentou significativamente após a escovação no compósito Ambarino High-Class, e que tanto o Lava Ultimate quanto o Vita Enamic não apresentaram alterações significativas.

Koizumi et al. (2015) testaram seis diferentes compósitos e uma cerâmica, todos para o sistema CAD/CAM, os quais foram submetidos a escovação durante um período equivalente a 5 anos. As análises revelaram que a rugosidade superficial após a escovação em apenas dois compósitos (Cerasmart e Shofu Block HC) foi significativamente maior que a da cerâmica. Ressalta-se que no presente estudo, através de análise multivariada, não foi observada diferença no comportamento da rugosidade de superfície entre o compósito e a cerâmica testadas. Essa falta de consenso sobre o assunto é devido às diferentes metodologias empregadas com a existência de diversas variáveis, tais como composição dos materiais, tipo de escova e creme dental, bem como a quantidade de ciclos, frequência, força vertical e tempo de escovação nos equipamentos que simulam a escovação (MAHROUS *et al.*, 2023; KAMONKHANTIKUL *et al.*, 2016; MORMANN *et al.*, 2013; NIMA *et al.*, 2021; ISHIDA; MIURA; SHINYA, 2023; DE ANDRADE *et al.*, 2021; KOIZUMI *et al.*, 2015).

Com as crescentes exigências estéticas do mundo atual, a estabilidade da cor dos materiais restauradores tornou-se uma característica imprescindível para a determinação do sucesso clínico a longo prazo e a satisfação do paciente (YUAN *et al.*, 2018; FERRUZZI *et al.*, 2019; PAOLONE *et al.*, 2023). Somando-se a isso, o consumo de bebidas e alimentos corantes fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas. (ADAWI *et al.*, 2021; ASHITIANI *et al.*, 2023).

Antes de discutir os dados relacionados às medições de cor, é crucial salientar que não há um consenso sobre o limite de diferença de cor que pode ser visualmente perceptível ou clinicamente aceitável (DOUGLAS; BREWER, 1998; LAGOUVARDOS; DIAMANTI; POLYZOIS, 2004; DOUGLAS; STEINHAEUER; WEE, 2007). Na literatura, há divergências em relação aos valores de  $\Delta E$  que representam correspondências de cor clinicamente perceptíveis. Russel, Gulfranz e Moss (2000) e Douglas e Brewer (1998) consideraram um limite de perceptibilidade de  $\Delta E = 3,3$  aceitável para amostras em resina composta. Por outro lado, Douglas *et al.* (1998) estabeleceram o limite de perceptibilidade para coroas de porcelana de  $\Delta E = 1,7$ . Clinicamente, o limiar de  $\Delta E = 3,7$  unidades foi adotado como critério para avaliar a correspondência adequada de cor e qualidade das restaurações estéticas pelo Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos (USPHS) (JOHNSTON; KAO, 1989).

Entretanto, estudos indicam que a tolerância para a perceptibilidade e aceitabilidade da correspondência de cor determinada sob condições clínicas é mais elevada do que aquela determinada *in vitro* (DOUGLAS; STEINHAEUER; WEE, 2007; DOZIC *et al.*, 2003). Uma vez

que esta pesquisa se trata de um estudo *in vitro*, considerou-se os valores do limite de aceitabilidade (LA) e o limite de perceptibilidade (LP) definidos no estudo de Paravina *et al.* (2015), sendo LA de  $\Delta E=1,8$  e LP de  $\Delta E=0,8$ . Nesse sentido, observamos nesta pesquisa uma alteração de cor ( $\Delta E$ ) além do limite de aceitabilidade para as amostras de compósito imersas em chá (3,70) e vinho (6,46), e nas amostras de porcelana imersas em chá (2,79), mesmo após escovação das amostras.

Os cremes dentais, devido aos seus componentes abrasivos combinados com a ação das cerdas das escovas, têm o potencial de ajudar a remover manchas ou acúmulos de substâncias levemente aderidas à superfície das cerâmicas, que podem causar alterações na textura do material. Portanto, nesse estudo, foi realizado um teste de escovação após os períodos de imersão nas soluções, a fim de observar o efeito dessas soluções nas alterações encontradas (AMARAL *et al.*, 2006).

Este trabalho mostrou que a porcelana sofreu alteração de cor dentro do limite considerado aceitável para todas as substâncias, com exceção do chá preto. A literatura nos mostra que as cerâmicas odontológicas, incluindo as cerâmicas utilizadas no sistema CAD/CAM, possuem uma maior resistência à descoloração e possuem uma alta estabilidade de cor durante o uso clínico (AMESTI-GARIZABAL *et al.*, 2019; ADAWI *et al.*, 2021; ASHTIANI *et al.*, 2023). Num estudo de Palla *et al.* (2018), com imersão de porcelana em substâncias igual a este trabalho, também observou-se um alteração de cor além do limite de aceitabilidade para amostras de dissilicato de lítio imersas em chá. Adawi *et al.* (2001) verificaram que houve alteração significativa em relação à cor tanto na cerâmica vítrea como em um compósito para sistema CAD/CAM após imersão em café, substância que mais alterou a cor da porcelana também nos estudos de Dos Santos *et al.* (2016) e Colombo *et al.* (2017). Contudo, os valores médios de alteração da coloração sofrida pelos materiais estavam dentro da faixa clinicamente aceitável.

Já em relação aos compósitos, todas as amostras sofreram mudanças na magnitude colorimétrica, contudo só as amostras imersas em café, chá preto e vinho tinto apresentaram variação de cor acima do limite de aceitabilidade. Vale ressaltar que a escovação foi capaz de diminuir as alterações de cor causadas pelas diversas substâncias, mesmo quando cor ainda estava dentro do limite de perceptibilidade. Contudo, a alteração de cor provocada pelo chá preto e vinho tinto, mesmo após a escovação, permaneceram acima do limite de aceitabilidade. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Quek *et al.* (2018), que, comparando os efeitos das mesmas bebidas (vinho tinto, chá preto e café) sobre materiais resinosos, sendo estes um restaurador direto, um restaurador indireto confeccionado em laboratório e três



compósitos para CAD/CAM, alterações mais significantes nos compósitos foram observadas, com valores acima do limite de aceitabilidade para estas substâncias.

A maior tendência de alteração de cor dos compósitos pode ser justificada pela sua composição formada por monômeros, como bisfenol A-glicidil metacrilato (BISGMA), trietileno glicol metacrilato (TEGMA) e dimetacrilato de uretano (UDMA), os quais aumentam o poder de absorção de água, o que pode ter permitido a penetração dos corantes hidrofílicos na matriz dos compósitos quando comparados às cerâmicas (ELDWAKHLY *et al.*, 2019, YERLIYURT; SARYKAYA, 2022; ADAWI *et al.*, 2021; WENDLER *et al.*, 2021; LIEBERMANN *et al.*, 2019; ASHTIANI *et al.*, 2023). A absorção da água é devido à presença de espaços vazios e defeitos entre as cadeias poliméricas, bem como à natureza hidrofílica dos grupos e ligações da estrutura polimérica. Com isso, logo após a imersão em água, ocorrem processos de inchamento e plastificação, resultando na diminuição global das propriedades mecânicas do material. O processo industrial de cura dos materiais compósitos de resina CAD/CAM aumenta a densidade de reticulação na rede polimérica e reduz a presença de poros e vazios. Essas melhorias nas características da matriz, combinadas com uma maior fração de carga, teoricamente limitam a absorção de água desses novos materiais, o que, por sua vez, sugere uma maior resistência à degradação química e mecânica ao longo do tempo (WENDLER *et al.*, 2021).

Ashtiani *et al.* (2023) investigou o comportamento de três compósitos, Vita Enamic, Lava Ultimate e Crystal Ultra, e uma cerâmica Vita Suprinity. Após imersão em chá preto e suco de uva, os autores constataram que Vita Enamic e Lava Ultimate apresentaram alteração significativa de cor, acima do limite de aceitabilidade, em relação à cerâmica. Crystal Ultra e a cerâmica apresentaram alteração de cor perceptível, mas dentro do limite aceitável. Essa resistência à alteração de cor demonstrada pelo Crystal Ultra pode ser decorrente da sua composição com a inclusão de características hidrofóbicas do monômero 1,4-butanodiol dimetacrilato (BUDMA).

Yerliyurt e Sarikaya (2022) demonstraram que houve maior alteração de cor nas amostras de compósitos quando comparada às amostras de cerâmica híbrida após imersão em diferentes combinações de substâncias corantes, a saber água, café, chá, coca-cola, vinho tinto, sucos de romã e nabo, sendo as combinações café-chá e café-vinho as que mais provocaram alteração de cor. Arocha *et al.* (2014) também investigaram a ação da imersão em café, vinho, chá preto e água sobre os compósitos, mostrando que os efeitos do vinho tinto foram maiores que as demais substâncias testadas, resultado também observado no presente trabalho. Os autores justificaram que essa alteração causada pelo vinho pode ser devido o álcool contido no

mesmo, com capacidade “dissolver” a matriz resinosa dos compósitos. Eldwakhly *et al.* (2019) constataram que as soluções corantes utilizadas (café, refrigerante de cola e gengibre) foram capazes de alterar de forma perceptível a cor dos compósitos e da cerâmica testados e que a cerâmica apresentou a maior estabilidade de cor, resultado este também observado no presente estudo. Ressalta-se que na pesquisa aqui apresentada observou-se que, apesar do compósito pigmentar mais, essa pigmentação foi mais facilmente removida por meio da escovação na superfície do compósito do que da porcelana.

Cabe ressaltar que a principal limitação encontrada nesta pesquisa consistiu na avaliação de materiais CAD/CAM apenas em estudos *in vitro*, sem incluir os aspectos clínicos (saliva, sangue, potencial erosivo das substâncias nas dietas, atrição da mastigação) bem como o comportamento diário dos pacientes (escovação após a alimentação e hábitos alimentares), superestimando, assim, os efeitos das soluções e da escovação. Estudos clínico se fazem necessários para resultados mais conclusivos.

## 8 CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo *in vitro*, concluímos que a imersão nas soluções (água destilada, café, chá preto, vinho tinto e refrigerante de cola) não alterou a rugosidade de superfície dos materiais (compósito e porcelana). Entretanto, a escovação após a imersão aumentou a rugosidade de superfície desses materiais, sendo significativa para as amostras de compósito previamente imersas em chá preto e vinho tinto.

As mudanças na magnitude colorimétrica foram mais notáveis no material compósito do que na porcelana. As amostras de porcelana ainda mostraram uma alteração de cor além do limite de aceitabilidade quando imersas em chá preto, mesmo após o processo de escovação. No caso do compósito, tanto as amostras imersas em chá preto quanto em vinho apresentaram pigmentação que ultrapassou o limite aceitável, mesmo após a escovação.

## REFERÊNCIAS

- ADAWI, H. A. *et al.* Assessment of color stainability of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) ceramic materials after hot and cold coffee immersion at different time intervals. **Med Sci Monit**, Warsaw, v. 3, n. 27, p. e932745, 2021.
- ALAMOUSH, R. A. *et al.* Viscoelastic stability of pre-cured resin-composite CAD/CAM structures. **Dent Mater**, Washington, v. 35, n. 8, p. 1166-1172, 2019.
- ALAMOUSH, R. A. *et al.* The effect of different storage media on the monomer elution and hardness of CAD/CAM composite blocks. **Dent Mater**, Washington, v. 37, n. 7, p. 1202-1213, 2021.
- ALDOSARI, L. I. *et al.* Surface roughness and color measurements of glazed or polished hybrid, feldspathic, and Zirconia CAD/CAM restorative materials after hot and cold coffee immersion. **BMC Oral Health**, London, v. 21, n. 1, p. 422, 2021.
- ALENCAR-SILVA, F. J. *et al.* Effect of beverage solutions and toothbrushing on the surface roughness, microhardness, and color stainability of a vitreous CAD-CAM lithium disilicate ceramic. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 121, n. 4, p. 711.e1-711.e6, 2019.
- AL-THOBITY, A. M. *et al.* Acid effects on the physical properties of different CAD/CAM ceramic materials: an in vitro analysis. **J Prosthodont**, Philadelphia, v. 30, n. 2, p. 135-141, 2021.
- ALVES, V. M. *et al.* Vantagens x desvantagens do sistema CAD/CAM. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research – BJSCR**, Paraná, v. 18, n. 1, p. 106-109, 2017.
- AMARAL, C. M. *et al.* Effect of whitening dentifrices on the superficial roughness of esthetic restorative materials. **J Esthet Restor Dent**, Hamilton, v. 18, n. 2, p. 102-108, 2006.
- AMESTI-GARAIZABAL, A. *et al.* Fracture resistance of partial indirect restorations made with CAD/CAM technology. A systematic review and meta-analysis. **J Clin Med**, Switzerland, v. 8, n. 11, p. 1932, 2019.
- AROCHA, M. A. *et al.* Colour stainability of indirect CAD-CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. **J Dent**, Guildford, v. 42, n. 7, p. 831-838, 2014.
- ASHTIANI, E. *et al.* Color stability of resin hybrid ceramic materials in comparison to zirconia-reinforced lithium silicate ceramic. **Front Dent**, Tehran, v. 20, p. 37, 2023.
- AZIZ, A. M. *et al.* Clinical performance of CAD-CAM crowns provided by predoctoral students at the University of Toronto. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 127, n. 5, p. 729-736, 2022.
- BAGIS, B.; TURGUT, S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. **J Dent**, Guildford, v. 41, suppl 3, p. e24-30, 2013.

- BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA, E. *et al.* Contemporary dental ceramic materials, a review: chemical composition, physical and mechanical properties, indications for use. **Open Access Maced J Med Sci**, Republic of Macedonia, v. 6, n. 9, p. 1742-1755, 2018.
- CHIU, A. *et al.* Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. **Sensors**, Basel, v. 20, n. 4, p. 1157, 2020.
- COLOMBO, M. *et al.* Color stability of CAD/CAM Zirconia ceramics following exposure to acidic and staining drinks. **J Clin Exp Dent**, Spain, v. 1, n. 11, p. e1297-e1303, 2017.
- DE ANDRADE, G.S. *et al.* Impact of simulated toothbrushing on surface properties of chairside CAD-CAM materials: An in vitro study. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 125, n. 3, p. 469.e1–469.e6, 2021.
- DI FIORE, A. *et al.* Effect of toothpaste on the surface roughness of the resin-contained CAD/CAM dental materials: a systematic review. **J Clin Med**, Switzerland, v.11, n. 3, p. 767, 2022.
- DOUGLAS, R. D.; BREWER, J. D. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 79, n. 3, p. 254-260, 1998.
- DOUGLAS, R. D.; STEINHAUER, T. J.; WEE, A. G. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 97, p. 200-208, 2007.
- DOS SANTOS, D. M. *et al.* Effect of different acidic solutions on the optical behavior of lithium disilicate ceramics. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 118, n. 3, p. 430-436, 2017.
- DOZIC, A. *et al.* The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 90, n. 6, p. 563-570, 2003.
- DUCKE, V. M.; ILIE, N. Aging behavior of high-translucent CAD/CAM resin-based composite blocks. **J Mech Behav Biomed Mater**, United Kingdom, v. 115, p. 104269, 2021.
- ELDWAKHLY, E. *et al.* Color and translucency stability of novel restorative CAD/CAM materials. **Dent Med Probl**, Poland, v. 56, n. 4, p. 349-356, 2019.
- FARAHAT, D. S.; EL-WASSEFY, N. A. Effects of food-simulating solutions on the surface properties of two CAD/CAM resin composites. **J Clin Exp Dent**, Spain, v. 14, n. 10, p. e782-e790, 2022.
- FERRUZZI, F. *et al.* Fatigue survival and damage modes of lithium disilicate and resin nanoceramic crowns. **J Appl Oral Sci**, Bauru, v. 27, p. e20180297, 2019.
- FLURY, S. *et al.* Effect of artificial toothbrushing and water storage on the surface roughness and micromechanical properties of tooth-colored CAD-CAM materials. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 117, n. 6, p. 767-774, 2017.

FUCHS, F. et al. The influence of different storage media on Vickers hardness and surface roughness of CAD/CAM resin composites. **J Mater Sci Mater Med**, London, v. 34, n. 3, p.13, 2023.

GALVÃO, A. P.; MIURA, C. A. S.; ARAS, W. M. F. Restauração indireta de cerômero: uma alternativa estética viável? **Revista Bahiana de Odontologia**, Salvador, v. 3, n. 1, p. 76-85, 2012.

GARZA, L. A. *et al.* Effect of toothbrushing on shade and surface roughness of extrinsically stained pressable ceramics. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 115, p. 489-494, 2016.

GRACIS, S. *et al.* A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. **Int J Prosthodont**, Lombardi IL, v. 28, n. 3, p. 227-235, 2015.

GULER, A.U. *et al.* Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 94, p. 118-124, 2005.

GWON, B. *et al.* Wear characteristics of dental ceramic CAD/CAM materials opposing various dental composite resins. **Materials**, Basel, v. 12, v. 11, p. 1839, 2019.

HAMPE, R. *et al.* Fracture toughness analysis of ceramic and resin composite CAD/CAM material. **Oper Dent**, Seattle, v. 44, n. 4, p. E190-E201, 2019.

HASSAN, S. A.; BELEIDY, M.; EL-DIN, Y. A. Biocompatibility and surface roughness of different sustainable dental composite blocks: comprehensive in vitro study. **ACS Omega**, Washington, v. 7, n. 38, p. 34258-34267, 2022.

ISHIDA, Y.; MIURA, D.; SHINYA, A. Influence of toothbrush abrasion on the surface characteristics of CAD/CAM composite resin blocks with shade gradations. **Dent Mater J**, Tokyo, v. 42, n. 2, p. 193-198, 2023.

JOHNSTON, W.M.; KAO, E.C. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. **J Dent Res**, Washington, v. 68, p. 819-822, 1989.

KAMONKHANTIKUL, K. *et al.* Toothbrushing alters the surface roughness and gloss of composite resin CAD/CAM blocks. **Dent Mater J**, Tokyo, v. 35, n. 2, p. 225-32, 2016.

KIM, S. H. *et al.* Effects of thermal and mechanical cycling on the mechanical strength and surface properties of dental CAD-CAM restorative materials. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 128, n. 1, p. 79-88, 2022.

KOIZUMI, H. *et al.* Surface roughness and gloss of current CAD/CAM resin composites before and after toothbrush abrasion. **Dent Mater J**, Tokyo, v. 34, n. 6, p. 881-887, 2015.

KUKIATRAKOON, B. JUNPOOM, P.; HENGTRAKOOL, C. Vicker's microhardness and energy dispersive x-ray analysis of fluoride-leucite and fluorapatite ceramics cyclically immersed in acid agents. **J Oral Sci**, Tokyo, v. 51, p. 443-450, 2009.

LAGOUVARDOS, P. E.; DIAMANTI, H.; POLYZOIS, G. Effect of individual shades on reliability and validity of observers in color matching. **Euro J Prosthodont Restor Dent**, United Kingdom, v. 12, p. 51-56, 2004.

LAWSON, N. C.; BANSAL, R.; BURGESS, J. O. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. **Dent Mater**, Washington, v. 32, n. 11, p. e275-e283, 2016.

LIEBERMANN, A. *et al.* Impact of storage media and temperature on color stability of tooth-colored CAD/CAM materials for final restorations. **J Appl Biomater Funct Mater**, Itália, v. 17, n. 4, p. 2280800019836832, 2019.

LIMPUANGTHIP, N.; POOSANTHANASARN, E.; SALIMEE, P. Surface roughness and hardness of CAD/CAM ceramic materials after polishing with a multipurpose polishing kit: an in vitro study. **Eur J Dent**, Ankara, v. 13, 2022.

MAHROUS, A. A. *et al.* The Toothbrushing effects on surface properties and color stability of CAD/CAM and pressable ceramic fixed restorations—an in vitro study. **Materials**, Basel, Switzerland, v. 16, n. 8, p. 2950, 2023.

MALAGUTI, G. *et al.* *In vitro* evaluation of prosthodontic impression on natural dentition: a comparison between traditional and digital techniques. **Oral Implantol**, Abingdon, v. 14, n. 9, suppl. 1/2016 to N 4/2016, p. 21-27, 2017.

MATZINGER, M. *et al.* Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials. **Clin Oral Investig**, Berlin, v. 23, n. 2, p. 725-737, 2019.

MOKHTAR, M. M. *et al.* Physico-mechanical properties and bacterial adhesion of resin composite CAD/CAM blocks: An *in-vitro* study. **J Clin Exp Dent**, Spain, v. 14, n. 5, p. e413-e419, 2022.

MÖRMANN, W. H. Wear characteristics of current aesthetic dental restorative CAD/CAM materials: two-body wear, gloss retention, roughness and Martens hardness. **J Mech Behav Biomed Mater**, United Kingdom, v. 20, p.113-125, 2013.

MÜHLEMANN, S. *et al.* Effect of aging on stained monolithic resin-ceramic CAD/CAM materials: quantitative and qualitative analysis of surface roughness. **J Prosthodont**, Philadelphia, v. 28, n. 2, p. e563-e571, 2019.

NAYYER, M. *et al.* Comparative abrasive wear resistance and surface analysis of dental resin-based materials. **Eur J Dent**, Ankara, v. 12, n. 1, p. 57-66, 2018.

NIMA, G. *et al.* Effect of toothbrushing on the surface of enamel, direct and indirect CAD/CAM restorative materials. **Int J Prosthodont**, Lombardi IL, v.34, p. 473–481, 2021.

PALLA, E. *et al.* Color stability of lithium disilicate ceramics after aging and immersion in common beverages. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 119, n. 4, p. 632–642, 2018.

PAOLONE, G. *et al.* Color stability of polymer-based composite CAD/CAM blocks: a systematic review. **Polymers**, Basel, v. 15, n. 2, p. 464, 2023.

- PARAVINA, R. D. *et al.* Color difference thresholds in dentistry. **J Esthet Restor Dent**, Hamilton, v. 27, Suppl 1, p. S1-9, 2015.
- RAYYAN, M. M. *et al.* Comparison of interim restorations fabricated by CAD/CAM with those fabricated manually. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 114, n. 3, p. 414-419, 2015.
- RUSSELL, M. D.; GULFRAZ, M.; MOSS, B. W. In vivo measurement of colour changes in natural teeth. **J Oral Rehabil**, Oxford, v. 27, n. 9, p. 786-792, 2000.
- RUSE, N. D.; SADOON, M. J. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. **J Dent Res**, Washington, v. 93, n. 12, p. 1232-1234, 2014.
- QUEK, S. H. Q. *et al.* Effect of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. **J Esthet And Restor Dent**, Hamilton, v. 30, n. 2, p. E9–E17, 2018.
- SAGSOZ, O.; SAGSOZ, N. P. Chemical degradation of dental CAD/CAM materials. **Biomed Mater Eng**, Amsterdam, v. 30, n. 4, p. 419-426, 2019.
- SCHELKOPF, S. *et al.* The effect of smoking and brushing on the color stability and stainability of different CAD/CAM restorative materials. **Materials (Basel)**, Switzerland, v. 15, n. 19, p. 6901, 2022.
- SHARMA, G.; WU, W.; DALAL, E. N. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and mathematical observations. **Color Research & Application**, [s.l.], v. 30, n. 1, p. 21-30, 2005.
- SOUZA, J. *et al.* One-year clinical performance of lithium disilicate versus resin composite CAD/CAM onlays. **Odontology**, Tokyo, v. 109, n. 1, p. 259-270, 2021.
- TANGO, R. N. *et al.* Effect of staining and aging on translucency parameter of CAD-CAM materials. **Acta Stomatol Croat**, Zagreb, v. 55, n. 1, p. 2-9, 2021.
- WADEI, M. H. D. A. Comparison of the degree of staining of computer-aided design-computer-aided manufacture (CAD-CAM) ceramic veneers by green tea, coffee, and coca-cola using a digital spectrophotometer. **Med Sci Monit**, Warsaw, v. 7, n. 29, e939341, 2023.
- WENDLER, M. *et al.* Chairside CAD/CAM materials. Part 3: Cyclic fatigue parameters and lifetime predictions. **Dent Mater**, Washington, v. 34, n. 6, p. 910-921, 2018.
- WENDLER, M. *et al.* Mechanical degradation of contemporary CAD/CAM resin composite materials after water ageing. **Dent Mater**, Washington, v. 37, n. 7, p. 1156-1167, 2021.
- YERLIYURT, K., SARIKAYA, I. Color stability of hybrid ceramics exposed to beverages in different combinations. **BMC Oral Health**, London, v. 22, n. 1, p. 180, 2022.
- YUAN, J. C. *et al.* Effect of brushing and thermocycling on the shade and surface roughness of CAD-CAM ceramic restorations. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 119, v. 6, p. 1000-1006, 2018.



ZHI, L., BOTTOLOTTO, T., KREJCI, I. Comparative in vitro wear resistance of CAD/CAM composite resin and ceramic materials. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 115, n. 2, p. 199-202, 2016.