



CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS

CURSO DE ODONTOLOGIA

ALANNA LOURDES VASCONCELOS SALES

**EFEITO DA IMERSÃO EM SOLUÇÕES ALIMENTARES E DA ESCOVAÇÃO
SOBRE A COR E RUGOSIDADE DE UMA VITROCERÂMICA REFORÇADA COM
LEUCITA UTILIZADA NO SISTEMA CAD/CAM**

FORTALEZA

2024

ALANNA LOURDES VASCONCELOS SALES

EFEITO DA IMERSÃO EM SOLUÇÕES ALIMENTARES E DA ESCOVAÇÃO SOBRE A
COR E RUGOSIDADE DE UMA VITROCERÂMICA REFORÇADA COM LEUCITA
UTILIZADA NO SISTEMA CAD/CAM

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção
do título de bacharel em Odontologia pelo
Centro Universitário Christus.
Orientador(a): Prof.(a). Dra. Ramille
Araújo Lima.

FORTALEZA

2024

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)

S163e Sales, Alanna Lourdes Vasconcelos.

EFEITO DA IMERSÃO EM SOLUÇÕES ALIMENTARES E DA
ESCOVAÇÃO SOBRE A COR E RUGOSIDADE DE UMA
VITROCERÂMICA REFORÇADA COM LEUCITA UTILIZADA NO
SISTEMA CAD/CAM / Alanna Lourdes Vasconcelos Sales. -2024.

48 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Centro Universitário
Christus - Unichristus, Curso de Odontologia, Fortaleza, 2024.

Orientação: Profa. Dra. Ramille Araújo Lima.

1. Cerâmica. 2. Rugosidade de superfície. 3. Cor. 4. Escovação. 5. Soluções
alimentares. I. Título.

CDD 617.6

ALANNA LOURDES VASCONCELOS SALES

EFEITO DA IMERSÃO EM SOLUÇÕES ALIMENTARES E DA ESCOVAÇÃO SOBRE A
COR E RUGOSIDADE DE UMA VITROCERÂMICA REFORÇADA COM LEUCITA
UTILIZADA NO SISTEMA CAD/CAM

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção
do título de bacharel em Odontologia pelo
Centro Universitário Christus.
Orientador(a): Prof.(a). Dra. Ramille
Araújo Lima.

Aprovado em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dra. Ramille Araújo Lima
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof(a). Ma. Flávia Jucá Alencar e Silva
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

Prof. Dr. Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira
Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS)

*À minha mãe, que desde o ventre me nutriu do mais terno amor.
Ao meu pai, que lutou uma vida inteira sonhando os meus sonhos.
Dedico a eles, que por muito provaram da sede para que eu pudesse,
hoje, transbordar.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, que, em sua infinita misericórdia, me sustentou até aqui. Guiou meus caminhos, iluminou e deu forças para não desistir. Colocou seus sonhos em meu coração e me deu saúde, força e coragem para conquistá-los.

À minha mãe, Anizia, que foi meu alicerce e apoio incondicional. Que acreditou em mim e me mostrou que tudo vale a pena quando se tem um propósito. Que lutou incansavelmente para que eu conquistasse o que sempre sonhei. A distância nos separa fisicamente, mas seu amor pulsa em meu peito a cada batida. Enquanto vida em mim houver, irei me dedicar a honrar tudo que fez por mim.

Ao meu pai, Nazion, que impulsiona minha caminhada desde meus primeiros passos. Que não mede esforços para me ajudar a enfrentar a vida e que vibra com cada vitória minha. Sua força, zelo e cuidado me incentivam a ser cada dia melhor e não me deixam esquecer a importância de acreditar e lutar pelos meus objetivos.

Aos meus irmãos, Anderson e Alison, que, mesmo diante das dificuldades, não hesitaram em me apoiar e acolher cada sonho meu. Que sempre tornaram a vida mais leve, apenas por estarem ao meu lado. A eles, o meu amor mais puro e incondicional.

Aos meus tios, Regina e William, que fizeram jus ao compromisso de padrinhos e me acolheram quando eu mais precisei. Juntamente com minhas primas, Andressa e Sophia, se fizeram lar nos meus primeiros anos longe de casa. Uma vida inteira não pagaria tudo que fizeram por mim.

Ao meu avô, Francisco, que foi fonte de incentivo durante toda a minha trajetória e ajudou a tornar possível cada sonho meu. Dedicou a vida a nos proporcionar uma vida confortável e honrou o significado de família. Mesmo longe da realidade acadêmica, foi capaz de me proporcionar aprendizados que levarei para toda a vida.

Ao meu avô, Tarcísio (*in memoriam*), que até o último segundo de vida manteve a família unida e deixou um legado de garra, determinação e lealdade. Sou feliz por ter vivido ao seu lado e grata por todo amor e incentivo dedicados a mim.

Ao meu amigo e dupla de clínica, Adriano, que tornou a rotina mais leve e me apoiou em cada desafio. Me orgulho de cada sorriso transformado pelas nossas mãos.

Aos que estiveram comigo desde os primeiros semestres da graduação, Edu e Glória, cujo apoio e amizade foram essenciais. Aos que chegaram depois, Eduarda, Érika, Vinícius, João, Wallyson, Lorena e Alexandre, que hoje deixam meus dias mais felizes.

Às pessoas especiais que cruzaram o meu caminho e hoje são essenciais para mim. Nara Ingrid, pela serenidade que me ajuda a enfrentar meus dias mais difíceis. Larissa, com quem eu posso dividir a rotina, meus dias e sonhos.

À minha orientadora, Prof(a). Ramille, pelos ensinamentos, dentro e fora do laboratório, durante esses quatro anos. Por acreditar em mim e me inspirar nessa seara que tanto admiro. Ensinar é um ato de coragem. Obrigada por ter dividido a sua comigo.

Como diz João Cabral de Melo Neto: Um galo sozinho não tece uma manhã. Eu, sozinha, nada conseguiria. Sou grata pela honra de ter, correndo em minhas veias, o sangue de uma família generosa e altruísta, que preencheu minha vida de amor. E pela sorte dos laços que se ataram no encontro das pessoas que carregaram comigo o fardo das adversidades e me impulsionaram a buscar o que me faz feliz. Dessa vida onde nada se leva, eu trago comigo a felicidade de tê-los encontrado.

RESUMO

Introdução: O aprimoramento das vitrocerâmicas permitiu grandes avanços mecânicos e estéticos e exige estudos aprofundados de suas propriedades físicas, bem como de seu desempenho sob condições orais, incluindo 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) utilizada na confecção de próteses por meio da tecnologia CAD/CAM. **Materiais e métodos:** Amostras da cerâmica (40 unidades) 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 (ΔE) 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 seguido de Tukey, ou teste Kruskal-Wallis seguido de Dunn ($p < 0,05$). **Resultados:** Na análise do ΔE observamos que, em $\Delta 1$, com exceção do grupo água destilada, todas as substâncias alteraram a cor além do limite de perceptibilidade, e para os grupos chá preto ($p = 0,008$) e vinho tinto ($p = 0,0001$) a alteração foi além do limite de aceitabilidade e diferente estatisticamente do grupo água destilada. Já na análise em $\Delta 2$, o grupo chá preto permaneceu com alteração de cor além da aceitabilidade. Na análise da Ra, não foi observada diferença entre as soluções de imersão, e entre os períodos analisados. **Conclusão:** A rugosidade de superfície da porcelana não foi alterada, mesmo após imersão nas diversas soluções testadas, seguida de escovação. As amostras imersas em chá preto permaneceram com alteração de cor além do limite de aceitabilidade mesmo após escovação.

Palavras-chave: cerâmica; rugosidade de superfície; cor; escovação; soluções alimentares.

ABSTRACT

Introduction: The improvement of glass-ceramics has provided great mechanical and aesthetic advances and demands in-depth studies of their physical properties, as well as their performance under oral conditions, including erosion/abrasion and staining. **Objective:** To evaluate, *in vitro*, the effects of food solutions, associated or not with brushing, on the surface roughness and color stability of a leucite-reinforced glass-ceramic (IPS Empress® CAD) used in the manufacture of prostheses through CAD/CAM technology. **Material and methods:** Ceramic samples (40 units) were randomly distributed according to the ceramic solutions (n = 8): 1) Coffee; 2) Black tea; 3) Cola; 4) Red wine; 5) Distilled water. The surface roughness (Ra) and color stability (ΔE) parameters were evaluated before (T1) and after the occurrence (T2). Then, the samples were subjected to the brushing test, and the periods were analyzed again (T3). Immersion and brushing simulated a clinical period of 5 years. For data analysis, the variation found between T2 – T1 ($\Delta 1$) and the variation T3-T1 ($\Delta 2$) were considered. Data were expressed as mean and standard deviation, submitted to the Shapiro-Wilk normality test and compared using the 2-way ANOVA test followed by the Bonferroni post-test ($p < 0.05$). **Results:** In the analysis of ΔE , we observed that, in $\Delta 1$, with the exception of the distilled water group, all substances altered the color beyond the perceptibility threshold, and for the black tea ($p = 0.008$) and red wine ($p = 0.0001$) groups, the color change exceeded the acceptability threshold and was statistically different from the distilled water group. In the $\Delta 2$ analysis, the black tea group maintained a color change beyond the acceptability threshold. In the Ra analysis, no difference was observed between the immersion solutions or between the analyzed periods. **Conclusion:** The surface roughness of the porcelain was not altered, even after immersion in the various tested solutions followed by brushing. The samples immersed in black tea maintained a color change beyond the acceptability threshold even after brushing.

Keywords: ceramic; surface roughness; color; brushing; beverages.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sequência de obtenção das amostras, com corte, planificação e polimento.....	19
Figura 2 - Aparelho utilizado para mensuração da rugosidade de superfície (Hommel Tester T1000®).....	21
Figura 3 - Dispositivo utilizado para mensuração da cor (Vita Easysshade®).....	22
Figura 4 - Amostras imersas em 2mL das diversas soluções alimentícias: Café, Chá Preto, Refrigerante de Cola, Vinho Tinto e Água Destilada.....	23
Figura 5 - Máquina de simulação de escovação (Elquip®) utilizada no estudo, evidenciando as seringas contendo uma solução de dentifrício e água destilada (1:1).....	24
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.....	26
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.....	26
Gráfico 3 - Comparação da variação de cor (ΔE) 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.....	28
Gráfico 4 - Comparação da variação de cor (ΔE) 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.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise da variação de rugosidade de superfície das amostras de porcelana analisadas nos períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$, para as diversas soluções alimentícias testadas.....	25
Tabela 2 - Análise da variação da magnitude colorimétrica (ΔE) das amostras de porcelana analisadas nos períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$, para as diversas soluções alimentícias testadas.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo
Geral.....	15
2.2	Objetivos
Específicos.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
3.1. Histórico e Evolução das cerâmicas com finalidade protética.....	16
3.2 Tipos de cerâmicas, indicações e aplicações.....	17
3.3 Cerâmicas reforçadas com leucita.....	19
3.4 O Impacto do Sistema CAD/CAM sobre o processamento de restaurações indiretas.....	20
3.5 Propriedades físicas e sua importância no desempenho clínico.....	20
3.6 A influência da dieta/escovação sobre as propriedades físicas de materiais cerâmicos.....	21
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1 Tipo de estudo.....	23
4.2 Amostra.....	23
4.3 Delineamento experimental.....	24
4.4 Análise de rugosidade.....	24
4.5 Análise de cor.....	25
4.6 Imersão em soluções alimentares.....	26
4.7 Ensaio de escovação.....	27

4.8	Análise	dos
dados.....		28
5. RESULTADOS.....		29
6. DISCUSSÃO.....		33
7. CONCLUSÃO.....		37
REFERÊNCIAS.....		38

1. INTRODUÇÃO

O progresso científico e tecnológico das últimas décadas possibilitou a evolução das restaurações *metal free*, isto é, dispositivos protéticos confeccionados apenas com materiais cerâmicos. O aprimoramento da composição destes materiais proporcionou inúmeras vantagens, que aumentam a eficácia e as possibilidades de aplicação. Entre estas, é válido citar a translucidez, que permite a integração do material com a dentição circundante, a naturalidade, que possibilita restaurações mais harmônicas, estabilidade cromática e química, que fornecem mais segurança ao usuário e confiança ao profissional, dentre outros benefícios, como biocompatibilidade, baixa condutividade térmica, além de alta resistência à flexão, à fratura e ao desgaste (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018; SALIMKHANI *et al.*, 2019; JURADO *et al.*, 2023).

As cerâmicas de matriz vítrea são materiais inorgânicos que, com sua translucidez refinada, são capazes de reproduzir tons bem próximos dos dentes naturais (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018; JURADO *et al.*, 2023). Com efeito, essas cerâmicas representam o padrão de excelência, pois, além da resistência, também oferecem longevidade e alto módulo de elasticidade. Além disso, incrementações na estrutura química, redução da granulação para nano dimensões e o aprimoramento das técnicas de processamento industrial e laboratorial permitiram um material com propriedades cada vez melhores. (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018; GWON *et al.*, 2019).

Nesse sentido, vale destacar que as vitrocerâmicas reforçadas com leucita possuem fluorapatita e cristais de leucita em uma matriz de vidro feldspática. É reconhecida a rigidez que elas apresentam, no entanto, podem apresentar tenacidade à fratura questionável e falhas estéticas frente a um considerável estresse mastigatório e/ou oclusal (KUKIATRAKON; JUNPOOM; HENGTRAKOOL, 2009; SALIMKHANI *et al.*, 2019). Adicionalmente, a vitrocerâmica também pode ser afetada pelo pH do ambiente oral, que pode ser alterado pela dieta, situação capaz de levar ao desgaste da matriz polimérica, prejuízos nas suas propriedades físicas (rugosidade de superfície, rigidez superficial, estabilidade da cor e resistência ao desgaste) e resultar em falhas nas restaurações (GALVÃO; MIURA; ARAS, 2012; RUSE; SADOON, 2014).

Os avanços tecnológicos no âmbito odontológico abrangem, também, equipamentos que proporcionam mais praticidade e previsibilidade (AZIZ *et al.*, 2022). Exemplo disso é a introdução do escâner intraoral que, mediante a tecnologia CAD/CAM

(*Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing*), permitiu um fluxo de trabalho mais eficiente no ambiente clínico-odontológico (CHIU *et al.*, 2020).

A tecnologia CAD/CAM refere-se a um sistema utilizado para projetar e fabricar uma restauração dentária por meio de fluxo digital. Na tecnologia CAD, um software é utilizado para escanear e definir a forma e dimensões da restauração. Na etapa do sistema CAM, a restauração é processada por uma máquina a partir do escaneamento (RUSE; SADOON, 2014; ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019; CHIU *et al.*, 2020), o que permite a cimentação na mesma sessão (CHIU *et al.*, 2020). Dessa forma, possibilita-se maior eficiência no procedimento e funciona como uma alternativa a moldagem convencional, que exige a realização de mais etapas e, dessa forma, torna-se mais suscetível a deformações.

Diante disso, é possível perceber os benefícios que a Odontologia adquiriu a partir da evolução desses materiais e a versatilidade e praticidade advinda por meio da utilização destes com tecnologia de ponta. Contudo, a funcionalidade e estabilidade diante das adversidades químicas e mecânicas da dieta e da escovação ainda são uma preocupação.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar, *in vitro*, o efeito da imersão em soluções alimentares e da escovação sobre as propriedades físicas de uma vitrocerâmica reforçada com leucita utilizada no sistema CAD/CAM.

2.2 Objetivos específicos

Analisar, *in vitro*, o efeito da imersão em soluções alimentares, associada ou não à escovação, sobre a rugosidade de superfície de uma vitrocerâmica reforçada com leucita (IPS Empress® CAD Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) utilizada no sistema CAD/CAM.

Analisar, *in vitro*, o efeito da imersão em soluções alimentares, associada ou não à escovação, sobre a cor de uma vitrocerâmica reforçada com leucita (IPS Empress® CAD Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) utilizada no sistema CAD/CAM.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Histórico e evolução das cerâmicas com finalidade protética

As cerâmicas têm se consolidado como pilares da odontologia estética há mais de 100 anos (GRACIS *et al.*, 2015). Inicialmente, o advento desses materiais se deu pela sua forma feldspática, cuja utilização era voltada, principalmente, para a confecção de facetas, coroas totais e parciais de dentes anteriores (MCLEAN, 2001). A partir disso, foram introduzidos novos incrementos na estrutura e no processamento desses laminados, o que favoreceu os avanços estéticos e mecânicos e, conseqüentemente, o aumento da diversidade de indicações e aplicações.

Em 1980, foram descobertas e aprimoradas as coroas de núcleo de alumínio (ADAIR; GROSSMAN, 1984; MALAMENT; GROSSMAN, 1987) e as cerâmicas de vidro fundidas, a partir de um empreendimento da Dentisply International (York, Pa) e a Corning (Corning, N.Y.). Nesse contexto, acresce-se que as metalocerâmicas e cerâmicas de alta resistência se desenvolveram e dominaram o fim do século XX. O início da difusão dessas restaurações foi marcado pela produção de laminados pré-fabricados, que exigiam um preparo cuidadoso antes da aplicação do material fundido com ouro. Além disso, a única coroa feita sob medida era a porcelana completa cozida em uma matriz de platina. Atualmente, é perceptível a disseminação e popularização das restaurações diretas com cerâmicas fixadas por meio de cimentos resinosos de baixa viscosidade (MCLEAN, 2001).

Por conseguinte, o início dos anos 90 foi marcado pelo advento das cerâmicas vítreas reforçadas com leucita (IPS Empress, Ivoclar Vivadent, Amherst, N.Y.), que configuram cerâmicas constituídas por cristais de leucita e contém uma fase vítrea amorfa (DONG *et al.*, 1992), cujos melhores esclarecimentos serão abordados posteriormente.

Os anos 2000, por sua vez, contaram com a criação das cerâmicas de dissilicato de lítio, o que melhorou consideravelmente a resistência das restaurações. Não obstante, com o objetivo de criar porcelanas sem metal, pesquisas engendraram o desenvolvimento de cerâmicas de Óxido de Zircônio. As cerâmicas de Zircônia, então, protagonizaram a introdução de restaurações monolíticas de alta resistência, embora muitos estudos relatem sobrevida de curto a médio prazo para este tipo de material (ZHANG; SAILER; LAWN, 2013).

Frente a essa evolução, tal cenário contribuiu para a busca de incrementações aprimoramento das técnicas e dos materiais sobre os quais já se conhecia, ao passo que

corroboraram a busca por alternativas, a fim de expandir as possibilidades de indicações e aplicações.

3.2 Tipos de cerâmicas, indicações e aplicações

O cenário atual da reabilitação oral conta com uma grande diversidade de materiais, que enriquecem a prática clínica e contribuem consideravelmente para os avanços nessa seara. Dessa forma, o conhecimento a respeito das cerâmicas destaca a relevância e o impacto destas aos tratamentos odontológicos. A partir disso, é possível elucidar que a importância da classificação reside, idealmente, no discernimento sobre a região que recebe o material (anterior e posterior), o tipo de restauração (parcial ou total/curto ou longo prazo) e o modo de aplicação (adesiva ou tradicional). Não obstante, a classificação pode ser realizada de diferentes formas, de modo que as principais envolvem a composição química, indicações clínicas, habilidade de manipulação, métodos de processamento, temperatura de cozimento, microestrutura, translucidez, resistência à fratura e o desgaste do antagonista. No entanto, essa classificação pode ser considerada vaga ou imprecisa, além de não poder ser aplicada aos novos tipos de materiais (GRACIS *et al.*, 2015).

Nesse ínterim, é válido ressaltar que as cerâmicas são classificadas em Vítreas, Policristalinas e de Matriz Resinosa. 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. As de matriz resinosa, por sua vez, constituem compostos de matrizes poliméricas predominantemente refratários e inorgânicos que podem incluir porcelanas, vidros, cerâmicas e vitrocerâmicas (BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA *et al.*, 2018; GRACIS *et al.*, 2015; LAWSON; BANSAL; BURGESS, 2016).

Entre as cerâmicas vítreas, a divisão se dá por meio da classificação em:

Cerâmicas Feldspáticas: Baseadas em um sistema de materiais composto por argila/cálcio (aluminossilicato hidratado), quartzo (sílica), e feldspato de ocorrência natural, resultante da associação entre potássio e aluminossilicato de sódio. O feldspato de potássio ($K_2Al_2Si_6O_{16}$) forma cristais de leucita em sua fase cristalina, a qual, a depender da quantidade, pode aumentar a resistência da restauração, bem como pode ser adequado para substruturas metálicas de laminados cerâmicos (GRACIS *et al.*, 2015).

Cerâmicas Sintéticas (à base de leucita, dissilicato de lítio e derivados, e fluorapatita): Com o objetivo de atenuar a dependência dos minerais naturais, a indústria e os constantes

estudos permitiram a criação dos materiais sintéticos, cujas composições variam de acordo com os fabricantes, de modo que as estruturas se distribuem entre Óxido de Potássio (K_2O), Óxido de Sódio (Na_2O) e Óxido de Alumínio (Al_2O_3). As fases vítreas podem ser associadas com cristais de apatita adicionadas de leucita, a favor de uma compatibilidade maior com o coeficiente de expansão dos metais e maior resistência (GRACIS *et al.*, 2015). Além disso, a fim de melhorar as propriedades mecânicas, a fase cristalina pode ser incrementada com SiO_2 (63%), Al_2O_3 (17%), K_2O (11,2%), Na_2O (4,6%), CeO_2 (1,6%), B_2O_3 , BaO, CaO, TiO_2 (<1%) ou, aproximadamente, 70% de dissilicato de lítio (IPS Empress 2), com SiO_2 (57– 80%), Al_2O_3 (0-5%), La_2O_3 (0,1%-6%), MgO (0-5%), ZnO (0-8%), K_2O (0-13%), Li_2O (11-19%), P_2O_5 (0-11%) (GRACIS *et al.*, 2015).

Cerâmicas infiltradas de vidro: Alumina (In-Ceram Alumina, Vita), Alumina e Magnésio (In-Ceram Spinell, Vita), Alumina e Zircônia (In-Ceram Zirconia, Vita). A implementação dos primeiros infiltrados cerâmicos se deu com a In-Ceram Alumina, em 1989, fabricada a partir da técnica de fundição deslizante. É obtida a partir da sinterização de Al_2O_3 em uma pasta densa, por meio da qual, posteriormente, forma-se um esqueleto de partículas de alumina. Em seguida, é realizada a infiltração de vidro de lantânio em uma segunda queima, a fim de infiltrar as porosidades e aumentar a resistência. Atualmente, são observadas partículas de alumina em três granulações, dentre elas, as de larga e alongada granulação (10-12 μ m de comprimento e 2,5-4 μ m de largura), partículas facetadas (1-4 μ m de diâmetro) e partículas esféricas com menos de 1 μ m de diâmetro. In-Ceram Spinell, introduzida em 1994, possui um mecanismo de produção similar, no entanto, a infiltração de vidro nas porosidades é realizada a partir da incrementação de $MgAl_2O_4$. As do tipo In-Ceram Zirconia, por sua vez, é produzida similarmente à In-Ceram Alumina, no entanto, é estabilizada parcialmente a partir da adição do Óxido de Zircônia na composição por deslizamento do Al_2O_3 , a fim de incrementar a resistência. A utilização desse tipo de cerâmica foi diminuída, ao passo que a popularidade das cerâmicas de zircônia e dissilicato de lítio aumentaram, especialmente, para o sistema CAD/CAM (GRACIS *et al.*, 2015).

3.3 Cerâmicas reforçadas com leucita

Blocos de vitrocerâmica reforçados com leucita surgiram como um material *premium* no campo das restaurações oferecendo uma infinidade de vantagens. No cenário atual, permanecem sendo algumas das cerâmicas dentárias mais estéticas e amplamente utilizadas. Suas indicações clínicas incluem *inlays*, *onlays*, coroas parciais e totais, bem como facetas de cerâmica e metais (ZHANG; KELLY, 2017).

A ProCAD™ (Ivoclar-Vivadent, Schaan, Liechtenstein) foi introduzida em 1998 para ser utilizada com o CEREC™ inLAB (Sirona Dental Systems, Bensheim, Alemanha). A Empress™ CAD (Ivoclar-Vivadent), lançada em 2006 e utilizada no presente estudo, é a sucessora do Empress™ ProCAD. A principal diferença foi obtida na otimização do procedimento de fabricação, que utiliza cerca de 45% de leucita com um tamanho de partícula mais fino, de cerca de 1–5 µm, que favorece resistência aos danos de usinagem (LI; CHOW; MARTINLINNA, 2014). Os principais componentes correspondem, portanto, à IPS Empress (IvoclarVivadent), cujo pó é primeiro prensado em blocos e depois sinterizado. Foi desenvolvida para restaurações unitárias em consultório e possui uma resistência à flexão de cerca de 160 MPa e está disponível em alta translucidez (Empress™ CAD HT), baixa translucidez (Empress™ CAD LT) e blocos policromáticos (Empress™ CAD Multi).

A respeito da longevidade, estudos apresentam excelentes taxas de sucesso, principalmente quando suportadas por estruturas de esmalte. Kramer e Frankenberger (2005), por exemplo, relataram uma taxa de sobrevivência de *onlays* e *inlays* em 92% por 8 anos, de laminados, 94% por 12 anos, e de coroas totais, 95% por 11 anos. Adicionalmente, Li, Chow e Martinlinna (2014), por meio de uma investigação clínica de boca dividida de 5 anos de cerâmica em coroa parcial em molares, relataram uma taxa de sobrevivência de 97% após 3 anos. Tais dados revelam a possibilidade de aplicação de restaurações com cerâmicas reforçadas com leucita, quando utilizadas, principalmente, em remanescentes com considerável quantidade de esmalte e dentina.

As características de translucidez corroboram as indicações de restaurações estéticas. Além disso, a opção de aplicar corantes à estrutura de vidro promove a possibilidade de replicar meticulosamente as tonalidades diferenciadas dos dentes naturais, melhorando ainda mais o resultado estético geral. No tocante à resistência mecânica, as cerâmicas reforçadas com leucita apresentam níveis louváveis que superam os da porcelana feldspática convencional. Tal propriedade torna-os uma escolha viável para uma variedade de restaurações (JURADO *et al.*, 2021).

3.4 O impacto do sistema CAD/CAM sobre o processamento de restaurações indiretas

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).

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). Na tecnologia CAD (*Computer-aided Design*), um software é utilizado para escanear e definir a forma e dimensões da restauração. Na etapa do sistema CAM (*Computer-aided Manufacturing*), a restauração é processada por uma máquina a partir do escaneamento realizado. Dessa forma, é possível obter previsibilidade e celeridade no processamento, uma vez que o sistema CAD/CAM é capaz de reduzir o tempo de fabricação de cerâmicas de alta resistência em até 90% (LIU e ESSIG, 2008). Diante disso, são notáveis os avanços que esse tipo de fabricação proporcionou para as cerâmicas de alta resistência e estética. Embora essas cerâmicas ainda não tenham demonstrado potencial de aplicação universal, estimula-se mais estudos a respeito da incrementação estrutural, dos processamentos de fabricação e manipulação, a fim de aprimorar a performance clínica.

3.5 Propriedades físicas e sua importância no desempenho clínico

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). Isso porque, quanto mais áspera a superfície, maior o risco de iniciação de trincas, bem como de sua propagação. Além disso, foi demonstrado que a taxa de desgaste de um antagonista é altamente influenciada pela rugosidade da restauração oposta. Além disso, uma superfície mais rugosa pode ocasionar

uma maior quantidade de acúmulo de placa e aumentar o risco de gengivite, infiltração, e potencializar a descoloração (MÜHLEMANN *et al.*, 2019; NAYYER *et al.*, 2018; KIM *et al.*, 2022).

Os limiares de diferença de cor visual são úteis como uma ferramenta para garantia de qualidade, assim como uma referência para a escolha de materiais estéticos. Com isso, o exame das mudanças de coloração 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). As propriedades ópticas dos dentes e restaurações incluem cor e translucidez, além de matiz, valor e croma (BAGIS; TURGUT, 2013).

A colorimetria de materiais dentários foi desenvolvida pela CIE (Commission Internationale de l'Eclairage), responsável por introduzir os principais sistemas colorimétricos (COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE, 2004). O ΔE^*_{ab} constitui o parâmetro para diferenciação total da coloração entre dois objetos, que não é perceptível ao olho humano, por meio do qual é possível analisar o valor (L^*), a cromaticidade vermelho-verde (a^*), e a cromaticidade amarelo-azul (b^*). Esse intervalo, portanto, constitui os parâmetros do CIE Lab (KÜRKLÜ *et al.*, 2013). O CIEDE2000, utilizado neste estudo, é obtido de forma semelhante. Por meio deste, obtém-se o cálculo que tenta aproximar diferenças calculadas pelos instrumentos dos limites de percepção de cor do olho humano dentro do espaço do CIE Lab (PARAVINA *et al.*, 2015). Por isso, foi o método utilizado para a colorimetria das amostras analisadas.

3.6 A influência da dieta/escovação sobre as propriedades físicas de materiais cerâmicos

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 das restaurações ao longo do tempo (SCHELKOPF *et al.*, 2022; ELDWAKHLY *et al.*, 2019; ADAWI *et al.*, 2021).

É importante lembrar, que o desgaste dentário e do material de restauração é um fenômeno clínico comum, e um dos principais fatores que levam à abrasão superficial e à

rugosidade da restauração é a escovação diária dos dentes juntamente com o dentífrico. A escovação possui reconhecida capacidade de desorganização do biofilme oral e prevenção de cárie dentária. No entanto, a atrição mecânica e a abrasividade dos dentífricos podem ocasionar a remoção da camada caracterizada, o aumento da rugosidade da superfície e mudança de cor de restaurações cerâmicas (YUAN *et al.*, 2018).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de Estudo

A presente pesquisa trata-se de um estudo experimental, laboratorial, *in vitro*. A pesquisa não envolveu seres humanos e/ou outros animais.

4.2 Amostra

Considerando que Alencar-Silva *et al.* (2019) demonstrou que a 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, com o objetivo de obter um poder de 90% e intervalo de confiança de 95% em rejeitar a hipótese de nulidade (teste t pareado). Ao ponderar a possibilidade de perda de amostra, acresceu-se 10% sobre esta, totalizando 8 amostras por grupo.

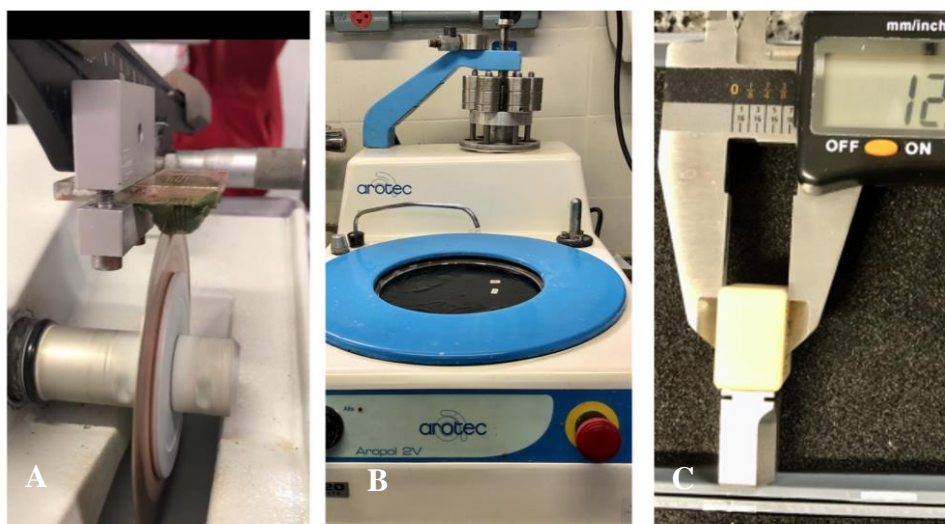
Quarenta espécimes de formato retangular e dimensões 7 mm (largura) x 12 mm (altura) x 2 mm (espessura) foram obtidos a partir de blocos de vitrocerâmica reforçada de leucita, nome comercial IPS Empress® CAD (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), na cor A2. Todos os blocos de uso para tecnologia 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).

Os espécimes 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 1A, 1B, 1C).

Figura 1A – Cortadeira elétrica (Isomet, Buehler, Lake Bluff, IL, USA)

Figura 1B – Politriz elétrica rotativa (Arotec - Aropol 2V, Cotia, São Paulo, Brasil)

Figura 1C – Paquímetro digital



Fonte: próprio autor.

4.3 Delineamento experimental

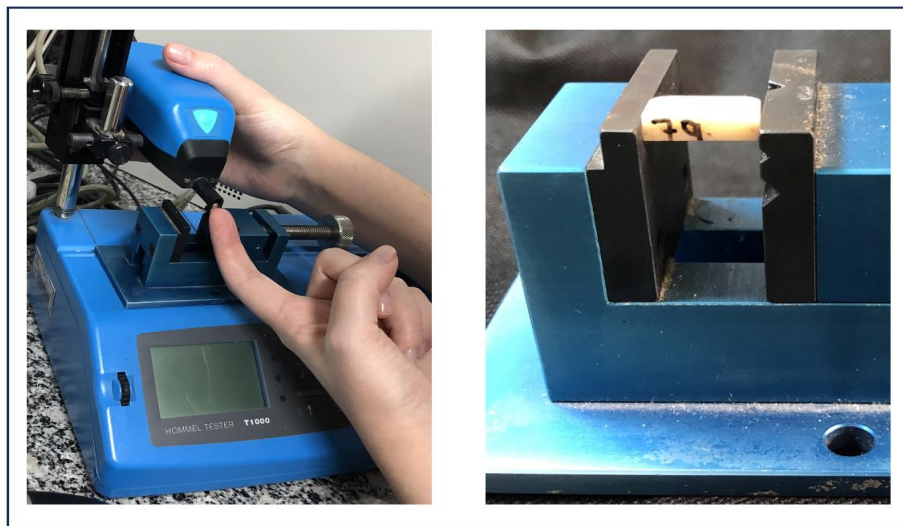
As amostras foram aleatorizadas em 5 grupos experimentais, de acordo com as soluções de imersão ($n = 8$): Café, Chá Preto, Refrigerante de Cola, Vinho Tinto e Água Destilada, detalhadas a seguir. Estas foram analisadas (cor e rugosidade de superfície) em três tempos experimentais (T1, T2 e T3), onde T1 representou a análise inicial (antes da realização dos ensaios), T2 representou a análise após a imersão nas substâncias e T3 foi a análise após o ensaio de escovação. Denominamos a variação $\Delta 1$ de a diferença de valores encontrada entre T2 – T1 e $\Delta 2$ a variação entre T3 – T1 (adaptado de ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

4.4 Análise de rugosidade de superfície

A rugosidade de superfície (R_a) 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 R_a), 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 μ m de raio, programada para se mover com carga constante de 4 N, velocidade constante de 0,5 mm/s e uma distância de 4,8 mm, seguindo um trajeto retilíneo (Figura 2). 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 (R_a) de cada espécime (ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

Figura 2 - Aparelho utilizado para mensuração da rugosidade de superfície (Hommel Tester T1000[®]).



Fonte: Próprio autor

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.

4.5 Análise de cor

Um espectrofotômetro digital portátil (Vita Easysshade, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co, Alemanha) foi empregado para quantificar a magnitude da diferença colorimétrica ΔE_{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, com a ponta da sonda posicionada 90 graus perpendicular à superfície das amostras e a mesma distância para todas as leituras, auxiliadas por um dispositivo de silicone (Express[™] XT, 3M, São Paulo, Brasil) para padronizar o local de aferição e impedir a entrada de luz ambiente (Figura 3). Foram realizadas 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, a fim de 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 ΔE e 0,8 o LP.

Figura 3 - Dispositivo utilizado para mensuração da cor (Vita Easysshade®).



Fonte: próprio autor

A ponta da sonda foi posicionada 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.

4.6 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. 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 4) 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, Güler *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 simula cerca de um mês de consumo de café. Foi utilizado o tempo de consumo médio diário do café para as demais soluções alimentares.

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, era realizada a lavagem 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 4 - Amostras imersas em 2mL das diversas soluções alimentícias: Café, Chá Preto, Refrigerante de Cola, Vinho Tinto e Água Destilada.



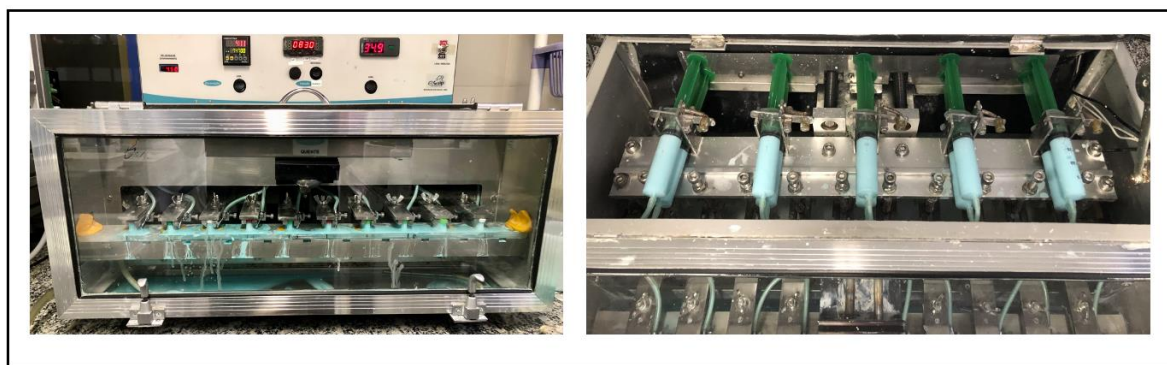
Fonte: próprio autor.

4.7 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). A programação da máquina foi realizada em 80.000 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 fixadas em discos de silicone (30 mm de diâmetro e 5 mm de espessura) e encaixadas nos suportes de acrílico da máquina de escovação. Uma suspensão de 200 mL de água destilada e 200 g de dentifrício (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 5) (adaptado de ALENCAR-SILVA *et al.*, 2019).

Figura 5 - 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.

4.8 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, seguido do pós-teste Tukey para dados paramétricos, e teste Kruskal-Wallis seguido do pós-teste Dunn para dados não paramétricos. 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 $\Delta 2$. Os dados foram analisados no software SPSS v20.0 para Windows com nível de confiança de 95% e nível de significância $p < 0,05$.

5. RESULTADOS

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

A variação da rugosidade de superfície observada nos períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$ para as amostras de porcelana, para as diversas soluções alimentícias utilizadas nesse estudo, estão descritas na Tabela 1. 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 1.

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

Rugosidade		
Porcelana		
	$\Delta 1$	$\Delta 2$
Solução		
Café	+0.01±0.01 ^{A,a}	+0.06±0.12 ^{A,a}
Chá	+0.03±0.09 ^{A,a}	+0.01±0.11 ^{A,a}
Coca	+0.02±0.05 ^{A,a}	+0.04±0.05 ^{A,a}
Vinho	+0.02±0.01 ^{A,a}	+0.02±0.02 ^{A,a}
Água	+0.02±0.08 ^{A,a}	+0.00±0.02 ^{A,a}

Legenda: 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 $\Delta 2$). As amostras foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e comparadas por meio do teste ANOVA *one way*.

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 ($p > 0,05$). 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 $\Delta 1$ ($p=0,98$; teste ANOVA seguido do pós-teste Tukey) (gráfico 1) e $\Delta 2$ ($p=0,57$; teste Kruskal-Wallis seguido do pós-teste Dunn) (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.

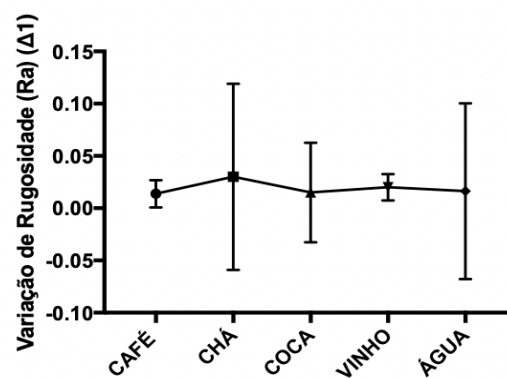
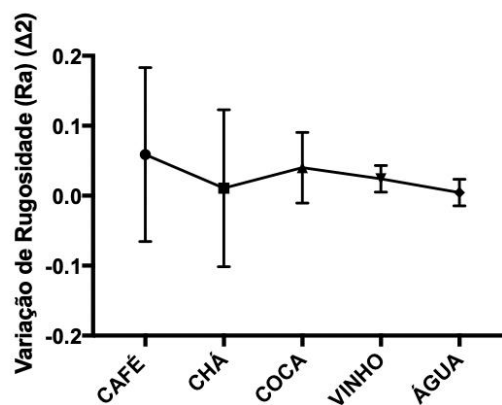


Gráfico 2 - Comparação da variação de rugosidade observada nas amostras de porcelana em $\Delta 2$ entre as soluções de imersão (Café, Chá, Refrigerante de cola e Vinho tinto) e o grupo água.



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

A variação da magnitude colorimétrica (ΔE) observada nos períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$ para as amostras de porcelana, para as diversas soluções alimentares 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 no gráfico 3 e 4.

Destaca-se que, considerando o primeiro período experimental ($\Delta 1$), as amostras de porcelana imersas em chá preto ($p=0,008$) e vinho tinto ($p=0,0001$) apresentaram uma variação de cor acima do limite de aceitabilidade, apresentando-se diferentes estatisticamente em comparação com o grupo água destilada (Teste ANOVA seguido do pós-teste Tukey) (Gráfico 3). 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 (Teste ANOVA seguido do pós-teste Tukey) (Gráfico 4).

Observou-se um aumento do ΔE entre os períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$ para o grupo refrigerante de cola (1.33 ± 0.72 e 1.78 ± 1.19 , respectivamente), diferentemente do observado para os grupos café, chá preto e vinho tinto, que demonstraram uma menor variação ΔE no período experimental $\Delta 2$, quando comparado ao período $\Delta 1$ (tabela 2).

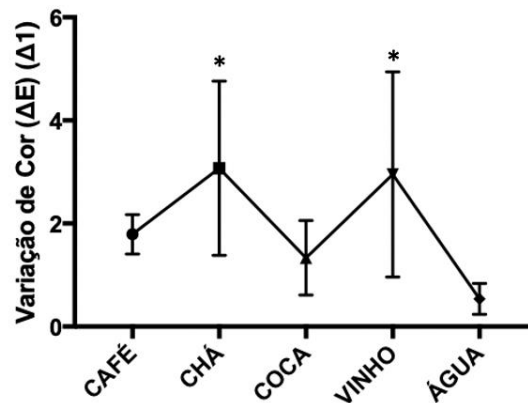
Tabela 2 - Análise da variação da magnitude colorimétrica (ΔE) das amostras de porcelana analisadas nos períodos experimentais $\Delta 1$ e $\Delta 2$, para as diversas soluções alimentícias testadas.

Solução	Cor	
	Porcelana	
	$\Delta 1$	$\Delta 2$
Café	$1.79\pm 0.38^{A,a}$	$1.73\pm 0.55^{A,a}$

Chá	3.07±1.69 ^{B,a}	2.79±1.01 ^{B,a}
Coca	1.33±0.72 ^{A,a}	1.78±1.19 ^{A,a}
Vinho	2.95±1.99 ^{B,a}	1.39±0.53 ^{A,a}
Água	0.54±0.30 ^{A,a}	0.91±0.29 ^{A,b}

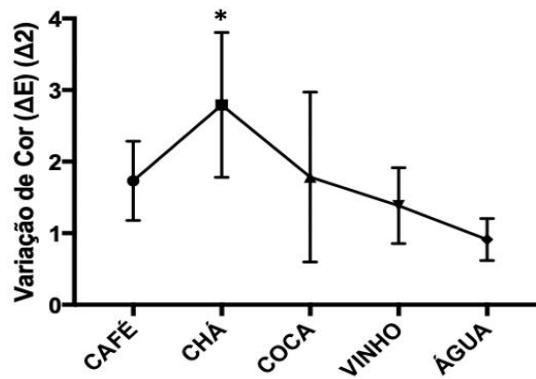
Legenda: Dados expressos como média \pm desvio-padrão. $\Delta 1$: variação entre os tempos experimentais T2 (Análise após a imersão/antes da escovação) e T1 (análise inicial); $\Delta 2$: variação entre os tempos experimentais T3 (Análise após a escovação) e T1 (análise inicial). Letras iguais representam 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 $\Delta 2$). As amostras foram submetidas ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e comparadas por meio do teste ANOVA *one way*.

Gráfico 3 - Comparação da variação de cor (ΔE) 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.



Legenda: * diferença estatisticamente significante; nível de significância $p < 0,05$.

Gráfico 4 - Comparação da variação de cor (ΔE) 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.



Legenda: * diferença estatisticamente significante; nível de significância $p < 0,05$

6. DISCUSSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar, *in vitro*, a cor e a rugosidade de superfície de uma vitrocerâmica reforçada de leucita (IPS Empress® CAD) utilizada no sistema CAD/CAM, após a imersão em soluções alimentícias durante 24h, por 2 meses, de modo a simular o período de 5 anos. Após esse processo, foi analisado o efeito adicional da escovação sobre essas propriedades.

Com efeito, a rugosidade de superfície constitui um critério fundamental na escolha dos materiais restauradores. Isso porque, está associada à retenção de microrganismos, o que afeta a resistência e, conseqüentemente, a longevidade das restaurações (MOKHTAR, 2022; WADEI, 2023; LIMPUANGTHIP; POOSANTHANASARN; SALIMEE, 2022). Além disso, a lisura superficial desempenha um papel fundamental na redução do acúmulo de bactérias, de modo que a atenuação da adesão de microrganismos diminui a suscetibilidade ao manchamento por longos períodos de tempo, além de prevenir problemas periodontais (JURADO *et al.*, 2023). No entanto, essa propriedade pode variar de acordo com 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), o que dificulta a comparação direta entre diferentes estudos.

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, neste 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). Neste trabalho, os valores de rugosidade obtidos nas amostras da cerâmica não demonstraram diferença estatisticamente significativa ao longo do tempo, independentemente da substância analisada e do processo de escovação. Isso se deve, sobretudo, aos elevados valores de dureza desse material (KAMONKHANTIKUL *et al.*, 2016). Esses dados também correspondem aos de Alencar-Silva *et al.* (2019) que mostraram que a rugosidade permaneceu praticamente inalterada na superfície de amostras de cerâmica de dissilicato de lítio polidas mesmo após a imersão em substâncias alimentares ao final do período experimental, o qual também simulou 5 anos. Destaca-se, também, o estudo de Mahrous *et al.* (2023), que demonstrou resultados similares a essa pesquisa, ao passo que as amostras de 3 cerâmicas diferentes, utilizadas no sistema CAD/CAM, ao serem submetidas ao protocolo de escovação com 10.000 ciclos, também não apresentaram diferenças de rugosidade estatisticamente significantes.

Entretanto, outros estudos observaram que a imersão de cerâmicas odontológicas em refrigerante de cola afetou significativamente a rugosidade de superfície. Zakir *et al.* (2020) demonstraram que a imersão em Coca-Cola resultou em um aumento notável na rugosidade de superfície das cerâmicas Noritake e IPS Emax Ceram. Além disso, outro estudo relatou que a rugosidade de superfície de materiais CAD/CAM, como IPS e.max e Vita Enamic, aumentou após a exposição à Coca-Cola®, atribuindo isso à degradação ácida da matriz cerâmica (ALSILANI *et al.*, 2022). No presente estudo, observamos que, apesar da diferença não ser estatisticamente significativa, ocorreu um aumento da variação de cor (ΔE) nas amostras imersas em refrigerante de cola entre os períodos experimentais, diferente do que ocorreu nas amostras imersas em chá preto, café e vinho tinto, onde observou-se uma redução da variação de cor após a escovação.

Considerando o aumento das exigências estéticas no cenário atual, é fundamental a análise criteriosa das propriedades de cada material, a saber, a estabilidade de cor, que impacta diretamente na satisfação dos pacientes (YUAN *et al.*, 2018; FERRUZZI *et al.*, 2019; PAOLONE *et al.*, 2023). Nesse contexto, é importante destacar o quanto o consumo de bebidas e alimentos com corantes tem sido presentes na dieta da maioria das pessoas (ADAWI *et al.*, 2021; ASHTIANI *et al.*, 2023). Além disso, a hidrofobicidade ou hidrofobicidade do material restaurador, a quantidade de preenchimento, o tamanho e a estrutura das partículas, a quantidade de fotoiniciador ou inibidor, o grau de polimerização e a

composição da matriz têm um forte efeito na coloração (VAN LAUDUYT *et al.*, 2007). É válido acrescentar o estudo de Esquivel-Upshaw *et al.* (2013), o qual, ao analisar as trocas iônicas em facetas de vitrocerâmicas em ambientes ácidos, concluíram que estas podem ser suscetíveis à degradação quando expostas a soluções de pH baixo.

A análise de cor é determinada a partir da utilização de métodos visuais ou instrumentais. Espectrofotômetros, colorímetros ou câmeras digitais são técnicas instrumentais para avaliar os valores de alteração de cor (ΔE^*). A CIE (Commission Internationale De L'éclairage) fornece as referências utilizadas como recurso para a avaliação padrão das diferenças colorimétricas (RISTIC; STANKOVIC; PARAVINA, 2016). A partir desses recursos, estabelece-se os parâmetros L^* , a^* , b^* , por meio dos quais analisa-se o valor (L^*), a cromaticidade vermelho-verde (a^*) e amarelo-azul (b^*). O ΔE^*_{ab} é, portanto, parâmetro para diferenciação total da coloração entre dois objetos, que não é perceptível ao olho humano (KÜRKLÜ *et al.*, 2013).

Vale destacar, que a análise de cor é pautada em parâmetros que estabelecem os limites de diferença de cor que podem ser visualmente perceptíveis ou clinicamente aceitáveis (DOUGLAS; BREWER, 1998; LAGOUVARDOS; DIAMANTI; POLYZOIS, 2004; DOUGLAS; STEINHAUER; WEE, 2007). Contudo, vale lembrar que não existe consenso a esse respeito. Nesse sentido, Douglas *et al.* (1998) estabeleceram o limite de perceptibilidade para coroas de porcelana de $\Delta E = 1,7$. Para avaliar a correspondência adequada de cor clinicamente aceitável, foi estabelecido, pelo Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos (USPHS), o limiar de $\Delta E = 3,7$ (JOHNSTON; KAO, 1989).

Entretanto, estudos apontam que a tolerância para a perceptibilidade e aceitabilidade na estabilidade de cor pode variar de acordo com o substrato analisado, isto é, a correspondência de cor clinicamente possui valores mais elevados do que aquela determinada *in vitro* (DOUGLAS; STEINHAUER; WEE, 2007; DOZIC *et al.*, 2003). Considerando que este estudo se tratou de uma pesquisa *in vitro*, os parâmetros utilizados para o limite de aceitabilidade (LA) e o limite de perceptibilidade (LP) foram estabelecidos com base no estudo de Paravina *et al.* (2015), em que, consoante com os parâmetros do CIEDE2000, o limite de aceitabilidade é de $\Delta E_{ab} = 1,8$ e o de perceptibilidade, $\Delta E_{ab} = 0,8$.

Nessa perspectiva, foi possível observar, no presente estudo, que a porcelana demonstrou alterações de cor dentro do limite clinicamente aceitável para todas as substâncias, exceto o chá preto, em $\Delta 1$ e $\Delta 2$, e o vinho, em $\Delta 1$. A alteração de cor acima do limite de aceitabilidade promovida pelo vinho também foi observada no estudo de Alencar-Silva *et al.* (2019), para as amostras polidas, assim como as do presente estudo. Esse

manchamento pode estar associado ao fato de o álcool potencializar a degradação do material, além da alta polaridade dessa solução e seus corantes evidenciarem a adsorção e tornarem a superfície mais suscetível à penetração dos pigmentos (MANJURAN; SREELAL, 2013).

Essas repercussões podem estar associadas ao fato de que as cerâmicas odontológicas, incluindo aquelas 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). O estudo de Palla *et al.* (2018) reverbera tais resultados, ao verificar alteração de cor além do limite de aceitabilidade para amostras de dissilicato de lítio imersas em chá. Adicionalmente, vale citar os estudos de Dos Santos *et al.* (2016) e Colombo *et al.* (2017), nos quais o café demonstrou notável potencial de pigmentação das porcelanas analisadas, similarmente aos dados encontrados no presente estudo. Do mesmo modo, os valores médios de alteração da coloração sofrida pela solução estavam dentro da faixa clinicamente aceitável.

Ademais, vale acrescentar que a literatura relata que a temperatura pode influenciar a pigmentação pelos corantes alimentares, a exemplo do estudo de Liebermann *et al.* (2019), o qual afirma que tais pigmentos tem ação mais evidenciada na temperatura de 55 °C quando comparada à temperatura ambiente de 37°C. Tal análise pode justificar o fato de bebidas quentes, como o chá preto e café, potencializarem a pigmentação de materiais restauradores.

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. Diante disso, é evidente a necessidade de estudos clínicos para resultados mais conclusivos.

7. 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. Entretanto, a escovação após a imersão aumentou a rugosidade de superfície desses materiais.

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.

REFERÊNCIAS

ADAIR, P.J; GROSSMAN D,G. The castable ceramic crown. **Int J Periodontics Restorative Dent.** 1984;4(2):32-46. [s.l.]. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6378822/>. Acesso em: 12 mai. 2024. PMID: 6378822.

ADAWI, Hafiz Ahmed *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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34601487/>. Acesso em: 04 jun. 2024.

ALAMOUSH, Rasha *et al.* Viscoelastic stability of pre-cured resin-composite CAD/CAM structures. **Dent Mater**, Washington, v. 35, n. 8, p. 1166-1172, 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31146959/>. Acesso em: 11 abr. 2024.

ALAMOUSH, Rasha *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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33962792/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

ALDOSARI, Lujain *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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34461868/>. Acesso em: 02 jun. 2024.

ALENCAR-SILVA, Flávia Jucá *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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30929660/>. Acesso em: 18 mar. 2024.

ALSILANI, R.; SHERIF, R.; ELKHODARY, N. (2022). Evaluation of colour stability and surface roughness of three cad/cam materials (ips e.max, vita enamic, and peek) after immersion in two beverage solutions: an *in vitro* study. **International Journal of Applied Dental Sciences**, India, 8(1), 439-449. 2022. Disponível em:

https://www.researchgate.net/profile/Rana-Alsilani/publication/359202013_Evaluation_of_colour_stability_and_surface_roughness_of_three_CADCAM_materials_IPS_emax_Vita_Enamic_and_PEEK_after_immersion_in_two_beverage_solutions_An_in_vitro_study/links/62309a5f069a350c8b8fa0e8/Evaluation-of-colour-stability-and-surface-roughness-of-three-CAD-CAM-materials-IPS-emax-Vita-Enamic-and-PEEK-after-immersion-in-two-beverage-solutions-An-in-vitro-study.pdf. Acesso em: 13 mar. 2024.

AL-THOBITY, Ahmad 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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32744393/>. Acesso em 17 fev. 2024.

AMARAL, Christiane Mariote *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. DOI: 10.2310/6130.2006.00017_1.x. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16519874/>. Acesso em: 05 mai. 2024.

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. DOI: 10.3390/jcm8111932. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31717610/>. Acesso em: 01 abr. 2024.

ASHTIANI, Reza Eftekhar *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. DOI: 10.18502/fid.v20i37.13742. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37876788/>. Acesso em: 09 fev. 2024.

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. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.09.048. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33423821/>. Acesso em 17 fev. 2024.

BAGIS, B.; TURGUT, S. Optical properties of current ceramics systems for laminate veneers. **J Dent**, Guildford, v. 41, suppl 3, p. e24-30, 2013. DOI: 10.1016/j.jdent.2012.11.013
Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23201410/>. Acesso em: 15 fev. 2024.

BAJRAKTAROVA-VALJAKOVA, Emilija *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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30338002/>. Acesso em 20 out. 2024.

CHIU, A. *et al.* Accuracy of CAD/CAM Digital Impressions with Different Intraoral Scanner Parameters. **Sensors**, Basel, v. 20, n. 4, p. 1157, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32093174/>. Acesso em: 21 set. 2024.

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. DOI: 10.4317/jced.54404. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29302281/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. CIE Technical Report: Colorimetry. CIE Pub No. 15.3. Vienna, Austria: CIE Central Bureau; 2004.

DONG, J.K. *et al.* Heat-pressed ceramics: technology and strength. **Int J Prosthodont**. [s.l.], 1992;5(1):9-16. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1520450/>. Acesso em 23 jan. 2024.

DOUGLAS, R. D.; BREWER, Jane. Acceptability of shade differences in metal ceramic crowns. **J Prosthet Dent**, St. Louis, v. 79, n. 3, p. 254-260, 1998. DOI: 10.1016/s0022-3913(98)70233-1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9553875/>. Acesso em: 21 jul. 2024.

DOUGLAS, R. D.; STEINHAEUER, 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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17499089/>. Acesso em: 03 fev. 2024.

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. DOI: 10.1016/j.prosdent.2016.10.023. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28222886/>. Acesso em 19 jul. 2024.

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. DOI: 10.1016/s0022-3913(03)00517-1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14668757/>. Acesso em: 15 mar. 2024.

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. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2020.104269. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33341738/>. Acesso em: 26 fev. 2024.

ELDWAKHLY, Elzahraa *et al.* Color and translucency stability of novel restorative CAD/CAM materials. **Dent Med Probl**, Poland, v. 56, n. 4, p. 349-356, 2019. DOI: 10.17219/dmp/111400. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31895499/>. Acesso em: 12 jul. 2024.

ESQUIVEL-UPSHAW, Josephine *et al.* Surface degradation of dental ceramics as a function of environmental pH. **J Dent Res**, Texas, 2013. May;92(5):467–71. DOI: 10.1177/0022034513484332. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23569159/>. Acesso em: 21 out. 2024.

FARAHAT, Dina S.; EL-WASSEFY, Noha Ahmed. 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. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9617271/>. Acesso em 07 ago. 2024.

FERRUZZI, Fernanda *et al.* Fatigue survival and damage modes of lithium disilicate and resin nanoceramic crowns. **J Appl Oral Sci**, Bauru, v. 27, p. e20180297, 2019. DOI:

10.1590/1678-7757-2018-0297. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31166548/>. Acesso em 18 mai. 2024.

GALVÃO, Avilmar Passos; MIURA, Carlos Akio Saback; ARAS, Wanessa Maria de Freitas. Restauração indireta de cerômero: uma alternativa estética viável? **Revista Bahiana de Odontologia**, Salvador, v. 3, n. 1, p. 76-85, 2012. DOI: <https://doi.org/10.17267/2596-3368dentistry.v3i1.33>. Disponível em: <https://journals.bahiana.edu.br/index.php/odontologia/article/view/33>. Acesso em: 19 jun. 2024.

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. DOI: 10.1016/j.prosdent.2015.09.013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26589442/>. Acesso em 05 out. 2024.

GRACIS, Stefano. *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. DOI: 10.11607/ijp.4244. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25965634/>. Acesso em: 07 ago. 2024.

GULER, Ahmet Umut *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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16046965/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

GWON, Bora *et al.* Wear characteristics of dental ceramic CAD/CAM materials opposing various dental composite resins. **Materials**, Basel, v. 12, v. 11, p. 1839, 2019. DOI: 10.3390/ma1211183. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31174298/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

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. DOI: 10.1177/00220345890680051301. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2715476/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

JURADO, Carlos A. *et al.* Comparison of full and partial coverage crowns with CAD/CAM leucite reinforced ceramic blocks on fracture resistance and fractographic analysis. **Dent Mater J**, [s.l.], 2022;41:295–301. doi: 10.4012/dmj.2021-253. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35095042/>. Acesso em: 18 ago. 2024.

KAMONKHANTIKUL, Krid *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. DOI: 10.4012/dmj.2015-228. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27041012/>. Acesso em: 28 jul. 2024.

KIM, Sung-Ho. *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. DOI: 10.1016/j.prosdent.2020.11.014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33546857/>. Acesso: 21 out. 2024.

KUKIATRAKOON, Boonlert; JUNPOOM, Peerapong.; HENGTRAKOOL, Chanothai. 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. DOI: 10.2334/josnusd.51.443. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19776513/>. Acesso em: 23 jul. 2024.

KRAMER, Norbert; FRANKENBERGER, R. Clinical performance of bonded leucite-reinforced glass ceramic inlays and onlays after eight years. **Dent Mater**, [s.l.], 2005;21(3):262–271. DOI: 10.1016/j.dental.2004.03.009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15705433/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

KÜRKLÜ, Duygu *et al.* Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. **Journal of Dentistry**, Columbus, 2013;41:1043–50. DOI: 10.1016/j.jdent.2013.08.017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24004966/>. Acesso em: 20 out. 2024.

LAGOUVARDOS, Panos; DIAMANTI, Iliana; 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. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15244007/>. Acesso em 12 abr. 2024.

LAWSON, Nathaniel; BANSAL, Ritika; BURGESS, John. Wear, strength, modulus and hardness of CAD/CAM restorative materials. **Dent Mater**, Washington, v. 32, n. 11, p. e275-e283, 2016. DOI: 10.1016/j.dental.2016.08.222.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27639808/>. Acesso em: 19 out. 2024.

LI, Raymond Wai Kim; CHOW, Tak Wa; MATINLINNA, Jukka Pekka. Ceramic dental biomaterials and CAD/CAM technology: state of the art. **J Prosthodont Res**, Hong Kong, 2014 Oct;58(4):208-16. DOI: 10.1016/j.jpor.2014.07.003. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25172234/>. Acesso em: 26 jul. 2024.

LIU, Perg-Ru; ESSIG, Milton. Panorama of dental CAD/CAM restorative systems. **Compend Contin Educ Dent**, [s.l.], 2008;29:482–8. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18935787/>. Acesso em: 23 mar. 2024.

LIEBERMANN, Anja *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. DOI: 10.1177/2280800019836832. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31621471/>. Acesso em: 12 jun. 2024.

LIMPUANGTHIP, Nareudee; POOSANTHANASARN, Ekaluck; SALIMEE, Prarom. 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. DOI: 10.1055/s-0042-1758065. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36513337/>. Acesso em: 18 ago. 2024.

MAHROUS, Arm *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. DOI: 10.3390/ma16082950. Disponível em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37109785/>. Acesso em: 10 out. 2024.

MALAMENT, K.A; GROSSMAN, D.G. The cast glass-ceramic restoration. **J Prosthet Dent**, Hilton Head, 1987;57(6):674-683. DOI: 10.1016/0022-3913(87)90362-3. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3295198/>. Acesso em: 08 jul. 2024.

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. DOI: 10.11138/orl/2016.9.1S.021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28280529/>. Acesso em: 22 out. 2024.

MANJURAN, Noxy George; SREELAL, T. An in vitro study to identify a ceramic polishing protocol effecting smoothness superior to glazed surface. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**, India, v.14, n.3, p.219-227, 2013.

MCLEAN, J.W. Evolution of dental ceramics in the twentieth century. *J Prosthet Dent*. 2001 Jan;85(1):61-6. doi: 10.1067/mpr.2001.112545. Erratum in: **J Prosthet Dent**, New Orleans, 2001 Apr;85(4):417. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11174680/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

MOKHTAR, Mohamed *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. DOI: 10.4317/jced.59548. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35582359/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

MÜHLEMANN, Sven *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. DOI: 10.1111/jopr.12949. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29999570/>. Acesso em 17 jul. 2024.

NAYYER, Maleeha. *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. DOI: 10.4103/ejd.ejd_380_17. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29657526/>. Acesso em: 20 ago. 2024.

PALLA, Eleni-Sotiria *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. DOI: 10.1016/j.prosdent.2017.04.031. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28923549/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

PAOLONE, Gaetano *et al.* Color stability of polymer-based composite CAD/CAM blocks: a systematic review. **Polymers**, Basel, v. 15, n. 2, p. 464, 2023. DOI: 10.3390/polym15020464. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36679343/>. Acesso em: 16 jul. 2024.

PARAVINA, Rade D. *et al.* Color difference thresholds in dentistry. **J Esthet Restor Dent**, Hamilton, v. 27, Suppl 1, p. S1-9, 2015. DOI: 10.1111/jerd.12149. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25886208/>. Acesso em: 14 jul. 2024.

RISTIC, Ivan; STANKOVIC, Sasa; PARAVINA, Rade D. Influence of color education and training on shade matching skills. **J Esthet Restor Dent**, [s.l.], 2016;28:287-294. DOI: 10.1111/jerd.12209. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27061853/>. Acesso em: 29 out. 2024.

RUSE, N. Dorin; SADOON, M. J. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. **J Dent Res**, Washington, v. 93, n. 12, p. 1232-1234, 2014. DOI: 10.1177/0022034514553976. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25344335/>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SALIMKHANI, Hamed *et al.* *In situ* synthesis of leucite-based feldspathic dental porcelain with minor kalsilite and Fe₂O₃ impurities. **Int. J. Appl. Ceram. Technol**, Teerã, 2019;16:552–561. Disponível em: <https://ceramics.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/ijac.13142>. Acesso em: 23 out. 2024.

SCHELKOPF, Stuart *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. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36234241/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

SHARMA, Gaurav; WU, Wencheng; DALAL, Edul 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. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/col.20070>. Acesso em: 25 ago. 2024.

TANGO, Rubens Nisie *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. DOI:

10.15644/asc55/1/1. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33867532/>. Acesso em: 21 set. 2024.

VAN LAUDUYT, Kirsten L. *et al.* Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. **Biomaterials**, [s.l.], 2007; 28:3757-3785. DOI:

10.1016/j.biomaterials.2007.04.044. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17543382/>. Acesso em: 13 set. 2024.

WADEI, Mohammed 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. DOI: 10.12659/MSM.939341. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36747464/>. Acesso em: 25 set. 2024.

YUAN, Judy Chia-Chun *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. DOI: 10.1016/j.prosdent.2017.06.001. Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28965682/>. Acesso em: 11 out. 2024.

ZAKIR, Tehseen *et al.* Influence of aerated drink, mouthwash, and simulated gastric acid on the surface roughness of dental ceramics: a comparative in vitro study. **Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences**, [s.l.], 12(5), 480. 2020. DOI: 10.4103/jpbs.JPBS_143_20. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33149509/>. Acesso em: 04 set. 2024.

ZHANG, Yu; SAILER, Irena; LAWN, Brian R. Fatigue of dental ceramics. **J Dent**, [s.l.], 2013 Dec;41(12):1135-47. doi: 10.1016/j.jdent.2013.10.007. Epub 2013 Oct 14. PMID: 24135295; PMCID: PMC3877306. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0300571213002613?casa_token=I3vcVgJ0n-wAAAAA:Ev42E2TnRyUk1NrZ83zbgtdDHh-hrKs6e10oa6oFVqfNZdYxQpDcL11lQ1_M_xt6ruGLvO6fh2Hb. Acesso em: 06 nov. 2024.

ZHANG, Yu; KELLY J Robert. Dental Ceramics for Restoration and Metal Veneering. **Dent Clin North Am**, [s.l.], 2017 Oct;61(4):797-819. doi: 10.1016/j.cden.2017.06.005. PMID: 28886769; PMCID: PMC5657342. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28886769/>. Acesso em: 06 nov. 2024.

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. DOI: 10.1016/j.prosdent.2015.07.011. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26460171/>. Acesso em: 12 set. 2024.