

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 22/08/2025.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Araçatuba

VICTOR ALVES NASCIMENTO

**Efeito da utilização de selantes de superfície associado ao plasma
de baixa temperatura sobre as características ópticas de diferentes
cerâmicas com matriz resinosa, submetidas a variados
envelhecimentos *in vitro***

Araçatuba – SP
2024

VICTOR ALVES NASCIMENTO

Efeito da utilização de selantes de superfície associado ao plasma de baixa temperatura sobre as características ópticas de diferentes cerâmicas com matriz resinosa, submetidas a variados envelhecimentos *in vitro*

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista (Unesp), como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia – Área de concentração em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Assoc. Aldiéris Alves Pesqueira.

Araçatuba – SP
2024

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

N244e Nascimento, Victor Alves.
Efeito da utilização de selantes de superfície associado ao plasma de baixa temperatura sobre as características ópticas de diferentes cerâmicas com matriz resinosa, submetidas a variados envelhecimentos in vitro / Victor Alves Nascimento. – Araçatuba, 2024
62 f. : il.; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Aldiéris Alves Pesqueira

1. Cerâmica 2. Gases em plasma 3. Desenho assistido por computador I. T.

Black D15
CDD 617.6

Claudio Hideo Matsumoto CRB-8/5550

DEDICATÓRIA

A Deus,

Dedico mais essa etapa de minha vida pessoal e profissional. Obrigado por me dar forças e sabedoria a cada dia para poder enfrentar os dias difíceis e alegria para viver os dias tranquilos e felizes. A minha fé no Senhor foi o que me motivou a seguir nesse caminho e tornar esse sonho possível. Obrigado meu Deus, por tudo e por tanto.

A minha família,

A minha mãe Amanda Alves Teixeira Nascimento, a meu pai Luciano Santana do Nascimento, a minha irmã Giovanna Alves Nascimento, a minha madrinha Simone Cristina, meu padrinho José Henrique e às minhas avós Maria das Graças e Ene Santana, dedico a vocês mais um grau da minha formação acadêmica, e por cuidarem de mim e nunca terem deixado eu desistir. Se não fosse por vocês, nada disso estaria acontecendo. Obrigado por todo esforço e todo sacrifício que fizeram para conseguirmos juntos essa conquista. Obrigado por todo suporte e incentivo, eu amo vocês.

A todos os meus familiares e amigos,

também dedico a vocês, que sempre estiveram comigo e por sempre me apoiar e incentivar a seguir o meu sonho.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador,

Prof. Assoc. Aldiéris Alves Pesqueira, por quem tenho profunda admiração e respeito. Obrigado por toda sua amizade, ensinamentos, paciência, confiança e carinho dedicados a mim nesses dois anos. Sua generosidade e dedicação ao ensinar me inspiram e motivam a continuar trilhando esse caminho. Espero poder contar e aprender muito mais com o senhor nos próximos anos.

Aos amigos de trabalho

Kevin Henrique Cruz, um dos amigos mais especiais que pude fazer dentro do departamento e que com certeza tem muita influência na realização desse trabalho. Obrigado pela parceria de sempre, desde quando entramos juntos. Obrigado pelos momentos fora do departamento, pela amizade que construímos e companhia nos treinos de crossfit. As viagens para Sorocaba foram mais leves com a sua presença. Obrigado por tudo. Estarei sempre aqui.

Lorena Scaion Silva, sempre atenciosa e solícita, desde quando estava prestando o mestrado. Sua ajuda em todas as etapas foi fundamental para a minha jornada no mestrado e também pela execução desse trabalho. Obrigado pelos ensinamentos e pelas conversas que tivemos.

João Pedro Justino de Oliveira Limírio, uma das pessoas que eu mais me inspiro. Você foi fundamental em tudo que eu aprendi e cresci. Os seus conselhos foram importantes para que pudesse trilhar meu caminho na pós-graduação e eu sou muito grato por ter pessoas como você na minha vida. Com certeza a sua presença torna as coisas mais leves e mais tranquilas. Você será um grande profissional do qual eu me orgulharei e usarei de inspiração por toda a vida. Obrigado por tudo.

Ana Beatriz de Souza Albergardi, obrigado por ter chegado nesse último ano e por ter se tornado uma pessoa tão especial em pouco tempo. Aprendi e aprendo muito com você e os seus conselhos me ajudam demais. Agradeço pela ajuda na execução do meu trabalho e também pelas ideias e momentos de descontração no departamento. Meu carinho e admiração por você.

Isabela Dornelas Neves Mendonça, agradeço sua pela amizade, pelas conversas e por todos os momentos que compartilhamos dentro e fora do departamento, você é uma pessoa especial para mim. Muito obrigada por toda ajuda na execução desse trabalho, por todos os momentos de descontração no departamento e fora dele, conversas, risadas, lamentações e perrengues. Conte comigo para o que precisar.

Gabriel Nunes Sampaio, obrigado pela ajuda na execução deste trabalho e pela parceria em vários momentos. Uma pessoa sempre atenciosa e solícita, com muita dedicação no que faz. Te desejo muito sucesso na vida profissional.

Marcio Campaner, obrigado pelos ensinamentos adquiridos durante a nossa convivência. Você é uma pessoa que eu gosto bastante e admiro. Você é um profissional excepcional, o qual também utilizo como inspiração para minha vida.

Juliana Lujan Brunetto, obrigado pelos momentos de descontração e conversas no departamento, além de vários incentivos e carinho. Te desejo sucesso e felicidades, que sua carreira seja brilhante e cheia de conquistas.

Aos meus amigos de departamento, Beatriz Marques, Marcos Gomes, Thiago Foltran, Amanda Dias, Lorena Louise, Hiskell Francine, Ana Carla Gonçalves e Ronise Piato, por serem tão solícitos e ajudarem no desenvolvimento dos trabalhos e no crescimento pessoal.

À Banca Examinadora

Profa. Dra. Marcela Filié Haddad Danziger, a qual tenho muita admiração como pessoa e profissional. A nossa parceria e a sua orientação durante a minha graduação foram responsáveis por seguir nesse caminho acadêmico. Me inspiro muito na profissional que você é e pela pessoa que considero uma amiga. Muito obrigado por ter me ensinado muitas coisas e por ser responsável pelo meu crescimento. Obrigado por aceitar fazer parte da minha banca, com certeza você irá engrandecer nosso trabalho.

Profa. Dra. Aline Takamyia, a qual tive a oportunidade de conhecer durante o meu mestrado e que tenho grande admiração. Seu comprometimento com a ciência é admirável, além de ser uma pessoa íntegra, inteligente e competente. Obrigada por aceitar fazer parte da minha banca. Espero aprender muito com você ao longo dos anos.

Aos meus familiares, que me ensinaram coisas fundamentais, que nenhuma academia

pode ensinar: fé em Deus, honestidade, ética e empatia. A distância contribui para a saudade e carência, mas sei que torcem por mim e sempre querem o meu bem. Amo muito vocês. Obrigado aos meus pais, Amanda e Luciano, e pela minha irmã Giovanna, por sempre estarem dispostos a me ajudar e sempre serem um porto seguro pra mim. Muitas vezes não desisti por causa de vocês. Obrigado por confiarem em mim. Às minhas avós, Ene e Maria das Graças, agradeço por sempre me colocarem na oração de vocês e por se preocuparem com a minha vida. Aprendo muito com vocês duas e sou grato pela vida das senhoras. Meus padrinhos, Simone e José Henrique, não há palavras pra agradecer o que fizeram por mim. Se não fosse pela disponibilidade e carinho de vocês, esse sonho não estaria se realizando. E aos meus tios e primos, obrigado por serem sempre presentes.

Aos meus amigos, minha eterna gratidão. Para os de longa data, de Arcos e Alfenas, obrigado por sempre estarem presente mesmo na distância. Agradeço por sempre se preocuparem com a minha vida e me incentivarem de uma forma incrível. Deus colocou vocês na minha vida e sem vocês essa força não existiria. Para os de Araçatuba, seja do CT018 ou da igreja Ágape, saiba que vocês foram fundamentais para a minha adaptação e vivência nessa rotina longe da família. Obrigado por cada conversa, convivência, distração e colo. Sou muito mais feliz aqui com vocês ao meu lado.

Aos professores do departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, que me acolheram e me ensinam sempre o máximo, com maestria e perfeição. Todos são exemplos de profissionais que almejo ser um dia. Em especial, quero agradecer o convívio e sempre fraterno ganho de conhecimentos do **Prof. Assoc. Fellippo Ramos Verri, Profa. Dra. Karina Helga Túrcio, Profa. Assoc. Daniela Micheline, Profa. Dra. Aimée Guiotti, Prof. Assoc. Paulo Henrique dos Santos, Prof. Titular. Wirley Assunção, Prof. Dr. Paulo Renato Zuim, Profa. Dra. Débora Barros Barbosa, Prof. Titular Marcelo Coelho Goiato e o Prof. Titular Eduardo Pizza Pellizzer.**

Agradeço aos funcionários do Setor técnico de Pós-Graduação: **Cristiane Regina, Maria Clara, Lucas Sousa e Elis Andréa**, que não medem esforços para ajudar no nosso dia a dia acadêmico.

A todos os técnicos (**Carlão, Jander e Eduardinho**) e funcionários (**Marco e Dalete**) do departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, com quem convivi ao longo destes anos e que fizeram a nossa universidade se tornar um ambiente familiar e agradável para trabalhar, estudar e confraternizar.

Ao diretor da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, UNESP, o **Prof. Titular Alberto Carlos Botazzo Delbem** e vice-diretor **Prof. Titular Luciano Tavares Angelo Cintra** pela oportunidade e honra de realizar este curso de Mestrado.

À coordenação do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, na pessoa do **Prof. Titular Wirley Gonçalves Assunção** e vice- coordenação **Profa. Associada Roberta Okamoto** pelo suporte no desenvolvimento desse trabalho.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)** - Código de Financiamento 001, pelo financiamento e apoio designado ao projeto de pesquisa através da concessão de bolsa de Mestrado (**Processo nº 2022/01857-1, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**).

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)** pelo financiamento e apoio designado ao projeto de pesquisa através da concessão de Auxílio Regular (**Processo nº 2021/08529-7**).

“Educar verdadeiramente não é ensinar fatos novos ou enumerar fórmulas prontas, mas sim preparar a mente para pensar”

Albert Einstein

Nascimento VA. Efeito da utilização de selantes de superfície associado ao plasma de baixa temperatura sobre as características ópticas de diferentes cerâmicas com matriz resinosa, submetidas a variados envelhecimentos *in vitro* [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2024.

RESUMO

As cerâmicas vítreas são passíveis de trincas e fraturas devido a sua baixa tenacidade, baixa resistência flexural e friabilidade. Com intuito de superar essas limitações foram desenvolvidas as cerâmicas com matriz resinosa (polimérica) preenchida com compostos inorgânicos refratários (partículas de cerâmica). Para essas cerâmicas vêm sendo utilizados o tratamento de superfície com os kits de polimento para consultório (*chairside polishing*) ou aplicação de selantes de superfície, com o objetivo de se obter superfícies mais lisas, diminuindo o acúmulo de placa bacteriana e o manchamento. Recentemente, o tratamento de superfície pela deposição de filmes por vapor químico melhorado por plasma (PECVD - *plasma enhanced chemical vapor deposition*) assistido por bombardeamento iônico tem sido estudado como alternativa para evitar o processo de degradação das resinas odontológicas. Entretanto, não há um consenso na literatura sobre o comportamento físico-mecânico das cerâmicas híbridas quando utilizados em reabilitações a longo prazo. Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar a rugosidade superficial e características ópticas (alteração de cor, luminosidade, croma, matiz, translucidez e contraste) de três cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, sendo uma resina nanocerâmica (Cerasmart - GC), uma cerâmica infiltrada por polímero (VITA Enamic - VITA) e outra cerâmica de zircônia e sílica em uma matriz interpenetrante de resina (SHOFU HC – Shofu Dental), após diferentes protocolos de polimento (kit de polimento mecânico Ceramisté (Shofu) ou selante de superfícies fotopolimerizável (Palaseal - kulzer)) associados ou não a deposição de filme por PECVD após diferentes procedimentos de envelhecimento *in vitro* (TC - termociclagem ou DE - desafio erosivo ou I - imersão em soluções ácidas/corantes (I_{AD}-água destilada, I_{CP}-chá preto e I_{VT}-vinho tinto)). Foram confeccionados 720 espécimes, sendo 240 de cada cerâmica avaliada, divididos em grupos de acordo com o tratamento de superfície e envelhecimento que foram submetidos. Os polimentos realizados foram: 1) polimento mecânico (PM); 2) selante fotopolimerizável Palaseal (S); 3) polimento mecânico (PM) + deposição de filme por PECVD (PM+PECVD) e 4) selante fotopolimerizável Palaseal (S) + deposição de filme por PECVD (S+PECVD). Os procedimentos de envelhecimentos *in vitro* foram: 1) Termociclagem (TC); 2) Desafio erosivo (DE) e 3) Imersão em solução corante (I): água destilada (I_{AD}), chá preto (I_{CP}) e vinho tinto (I_{VT}). As variáveis de resposta do estudo

foram: 1) análise estrutural (rugosidade superficial (Ra) e 2) alteração de cor (ΔE_{00} , ΔL , ΔC , ΔH), translucidez (TP) e contraste (CR). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de aderência de a curva normal, sendo aplicado a análise ANOVA unidirecional, seguida pelo teste post hoc de Tukey, e os testes U de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. Os menores valores de rugosidade são encontrados nos grupos tratados com selante. A imersão em chá preto e vinho tinto causou maiores valores de rugosidade nas cerâmicas polidas com MP. Além disso, o maior potencial corante foi visto para a solução vinho tinto, seguida por chá preto e água. A termociclagem causou um aumento da rugosidade, independente da cerâmica e do tratamento de superfície. No desafio erosivo, o grupo selante com ou sem PECVD apresentou menores valores de rugosidade e teve os valores de ΔE_{00} abaixo da aceitabilidade clínica. Além disso, os envelhecimentos causaram alterações nos valores de translucidez e contraste das cerâmicas, as tornando mais opacas. Assim, conclui-se que a aplicação da PECVD foi benéfica na menor alteração de cor das cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM frente a imersão no chá preto e vinho tinto. Esse tratamento mostrou ser mais eficaz em comparação com os métodos convencionais que não envolvem a aplicação do plasma (polimento mecânico e selante).

Palavras-chave: Cerâmica. Gases em plasma. Desenho Assistido por Computador.

Nascimento VA. Effect of the use of surface sealants associated with low temperature plasma on the optical characteristics of different ceramics with resinous matrix, subjected to various in vitro aging processes [dissertation]. Araçatuba: School of Dentistry, Universidade Estadual Paulista; 2024.

ABSTRACT

Glass ceramics are susceptible to cracking and fractures due to their low tenacity, low flexural strength and friability. In order to overcome these limitations, ceramics with a resinous matrix (polymeric) filled with refractory inorganic compounds (ceramic particles) were developed. For these ceramics, surface treatment has been used with chairside polishing kits or the application of surface sealants, with the aim of obtaining smoother surfaces, reducing the accumulation of bacterial plaque and staining. Recently, surface treatment by plasma enhanced chemical vapor deposition (PECVD) assisted by ion bombardment has been studied as an alternative to avoid the degradation process of dental resins. However, there is no consensus in the literature on the physical-mechanical behavior of hybrid ceramics when used in long-term rehabilitation. Therefore, the objective of this study was to evaluate the surface roughness and optical characteristics (change in color, luminosity, chroma, hue, translucency and contrast) of three ceramics with a resin matrix for CAD/CAM, being a nanoceramic resin (Cerasmart - GC) , a polymer-infiltrated ceramic (VITA Enamic - VITA) and another zirconia and silica ceramic in an interpenetrating resin matrix (SHOFU HC – Shofu Dental), after different polishing protocols (Ceramisté mechanical polishing kit (Shofu) or photopolymerizable surfaces (Palaseal - kulzer)) associated or not with film deposition by PECVD after different in vitro aging procedures (TC - thermocycling or DE - erosive challenge or I - immersion in acid/dye solutions (I_W -distilled water, I_{BT} - black tea and I_{RW} -red wine)). 720 specimens were made, 240 of each ceramic evaluated, divided into groups according to the surface treatment and aging they were subjected to. The polishing performed were: 1) mechanical polishing (PM); 2) light-curing sealant Palaseal (S); 3) mechanical polishing (MP) + film deposition by PECVD (MP+PECVD) and 4) light-polymerizable sealant Palaseal (S) + film deposition by PECVD (S+PECVD). The in vitro aging procedures were: 1) Thermocycling (TC); 2) Erosive challenge (DE) and 3) Immersion in coloring solution (I): distilled water (I_W), black tea (I_{BT}) and red wine (I_{RW}). The study response variables were: 1) structural analysis (surface roughness (Ra) and 2) color change (ΔE_{00} , ΔL , ΔC , ΔH), translucency (TP) and contrast (CR). The data obtained were subjected to the normal curve adherence test, using one-way ANOVA analysis, followed by Tukey's post hoc test, and the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney U tests. The lowest

roughness values are found in the groups treated with sealant. Immersion in black tea and red wine caused higher roughness values in ceramics polished with MP. Furthermore, the highest coloring potential was seen for the red wine solution, followed by black tea and water. Thermocycling caused an increase in roughness, regardless of the ceramic and surface treatment. In the erosive challenge, the sealant group with or without PECVD presented lower roughness values and had ΔE_{00} values below clinical acceptability. Furthermore, aging caused changes in the translucency and contrast values of the ceramics, making them more opaque. Thus, it is concluded that the application of PECVD was beneficial in reducing the color change of ceramics with resinous matrix for CAD/CAM compared to immersion in black tea and red wine. This treatment proved to be more effective compared to conventional methods that do not involve the application of plasma (mechanical polishing and sealant)

.Keywords: Ceramics. Non-Thermal Atmospheric Pressure Plasma. Computer-Aided Design.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nome comercial, composição e fabricante das cerâmicas que serão utilizadas	25
---	----

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Delineamento experimental contendo material, tratamentos de superfícies, envelhecimentos, distribuição, número dos espécimes, respostas e tempos das análises a serem realizados 24
- Figura 2 - Média ($\pm$ desvio padrão) da rugosidade (Ra) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 31
- Figura 3 - Média ($\pm$ desvio padrão) da rugosidade (Ra) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) termociclagem (TC). 32
- Figura 4 - Média ($\pm$ desvio padrão) da rugosidade (Ra) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) desafio erosivo (DE). 33
- Figura 5 - Média ($\pm$ desvio padrão) da alteração de cor (ΔE_{00}) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 34
- Figura 6 - Média ($\pm$ desvio padrão) da alteração de cor (ΔE_{00}) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após termociclagem (TC). 35
- Figura 7 - Média ($\pm$ desvio padrão) da alteração de cor (ΔE_{00}) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após desafio erosivo (DE). 35
- Figura 8 - Média ($\pm$ desvio padrão) da luminosidade (ΔL) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 36
- Figura 9 - Média ($\pm$ desvio padrão) da luminosidade (ΔL) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após termociclagem (TC). 37
- Figura 10 - Média ($\pm$ desvio padrão) da luminosidade (ΔL) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após desafio erosivo (DE). 38

Figura 11 – Média ($\pm$ desvio padrão) do croma (ΔC) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 39

Figura 12 – Média ($\pm$ desvio padrão) do croma (ΔC) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após termociclagem (TC). 40

Figura 13 – Média ($\pm$ desvio padrão) do croma (ΔC) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após desafio erosivo (DE). 40

Figura 14 – Média ($\pm$ desvio padrão) do matiz (ΔH) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 41

Figura 15 – Média ($\pm$ desvio padrão) do matiz (ΔH) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após termociclagem (TC). 42

Figura 16 – Média ($\pm$ desvio padrão) do matiz (ΔH) das cerâmicas após tratamentos de superfície, após desafio erosivo (DE). 42

Figura 17 – Média ($\pm$ desvio padrão) da translucidez (TP) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 43

Figura 18 – Média ($\pm$ desvio padrão) da rugosidade (R_a) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 44

Figura 19 – Média ($\pm$ desvio padrão) da translucidez (TP) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) a termociclagem (TC). 45

Figura 20 – Média ($\pm$ desvio padrão) da translucidez (TP) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) o desafio erosivo (DE). 46

Figura 21 – Média ($\pm$ desvio padrão) do contraste (CR) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 47

Figura 22 – Média ($\pm$ desvio padrão) do contraste (CR) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) imersão em soluções ácidas/corantes (água (W), chá preto (BT) e vinho tinto (RW)). 48

Figura 23 – Média ($\pm$ desvio padrão) do contraste (CR) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) a termociclagem (TC). 49

Figura 24 – Média ($\pm$ desvio padrão) do contraste (CR) das cerâmicas após tratamentos de superfície, antes (T0) e após (T1) o desafio erosivo (DE). 50

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD/W	Água destilada
AE	Análise estrutural
AO	Análise Ópticas
Ar	Argônio
C	Controle
CAD/CAM	Computer aided- design/ computer aided manufacturing
CH/BT	Chá preto
CH ₄	Metano
CR	Contraste
CS	Cerasmart
DE	Desafio erosivo
DRGE	Doença do refluxo gastroesofágico
HCl	Ácido clorídrico
HMDSO	Hexametildissiloxano
I _{AD/W}	Imersão em água destilada
I _{CP/BT}	Imersão em chá preto
I _{VT/RW}	Imersão em vinho tinto
KHN	Knoop
PECVD	Plasma enhanced chemical vapor deposition
PM/MP	Polimento mecânico
SH	SHOFU HC
S	Selante fotopolimerizável Palaseal
TC	Termociclagem
TP	Translucidez
VE	VITA Enamic
VN/RW	Vinho tinto

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
2 MATERIAL E MÉTODO	23
2.1 Cálculo amostral	23
2.2 Delineamento	24
2.3 Formação dos Grupos	24
2.4 Fabricação dos Espécimes	25
2.5 Acabamento e Tratamento de Superfície	25
2.6 Procedimentos de Envelhecimento <i>In Vitro</i>	26
2.7 Variáveis de resposta	27
2.7.1 Análise Estrutural (AE)	27
2.7.1.1 Rugosidade superficial - Ra	27
2.7.2 Análise Ópticas (AO)	27
2.7.2.1 Alteração de cor (ΔE_{00} , ΔL , ΔC , ΔH)	27
2.7.3 Translucidez	28
2.7.4 Contraste (CR)	28
2.8 Tempos de Análise	28
2.9 Análise Estatística	29
3 RESULTADOS	30
3.1 Rugosidade	30
3.2 Alteração de cor (ΔE_{00})	33
3.3 Luminosidade (ΔL)	36
3.4 Croma (ΔC)	38
3.5 Matiz (ΔH)	41
3.6 Translucidez	43
3.7 Contraste	46
4 DISCUSSÃO	51
5 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56

1 INTRODUÇÃO

As cerâmicas vítreas convencionais (feldspática, sintéticas (leucita, dissilicato de lítio e fluorapatita) e infiltrada com vidro) para uso em tecnologia CAD/CAM (*computer aided-design/ computer aided manufacturing*) são susceptíveis a alterações de cor ao longo do tempo.^{1,2} Atualmente, foram desenvolvidos novos materiais cerâmicos para CAD/CAM, classificados como cerâmicas híbridas, compostos por matriz orgânica (polímero) preenchida predominantemente de compostos inorgânicos refratários (partículas de cerâmica), podendo conter vidros, cerâmicas, porcelanas e vitrocerâmica.²⁻¹⁰

Gracis *et al.*³ classificaram as cerâmicas híbridas em 3 subgrupos de acordo com a sua composição: 1) resina nanocerâmica - formada pela combinação de resina composta e cerâmica, essa possui cerca de 71%-80% de seu peso de partículas inorgânica nanométricas de cerâmica (zircônia e sílica) ligadas a uma matriz orgânica de resina (UDMA, BisGMA, BisMEEP, DMA);^{3,11} 2) cerâmica infiltrada por polímero (PICN - polymer infiltrated ceramic network) - composta por duas redes interligadas: uma cerâmica feldspática porosa (86% em peso e 75% em volume) reforçada com polímero (14% em peso e 25% em volume) à base de dimetacrilatos (UDMA e TEGDMA)^{3,4} e 3) cerâmica de zircônia e sílica em uma matriz interpenetrante de resina - composta por 61% de sílica em pó e silicato de zircônio e uma matriz de resina composta (UDMA, TEGDMA).³

Esses materiais híbridos possuem como vantagens a incorporação das características positivas (da cerâmica e do polímero), ou seja, apresenta a biocompatibilidade, alta estética, resistência ao desgaste e estabilidade de cor das cerâmicas, bem como, facilidade de polimento, viscoelasticidade, melhores propriedades de flexão e baixa abrasividade/menor desgaste do dente antagonista dos polímeros.^{3,5-9} Ainda, estes materiais apresentam propriedades físicas mais próximas aos dentes naturais quando comparado com cerâmicas tradicionais, por incorporar as propriedades de deformação elástica dos polímeros, que possuem módulo de elasticidade similar ao da dentina (quanto maior a deformação do material, melhor a absorção das tensões) e, assim, aumentam sua resistência quando as forças de mastigação são aplicadas sobre a coroa protética.^{4,5} No entanto, ainda há muitas dúvidas sobre o comportamento mecânico e óptico desses materiais durante seu uso clínico.

As propriedades ópticas (cor, translucidez e contraste) das cerâmicas podem ser influenciadas pela composição, espessura da cerâmica, técnica de confecção, entre outros fatores.¹² Atualmente, há um consenso na literatura que a rugosidade de superfície da cerâmica

provoca alteração de cor significativa ao longo do tempo, limitando a longevidade e a qualidade das restaurações,^{13,14} uma vez que, superfícies lisas são menos suscetíveis a manchas do que superfícies mais ásperas,^{15,16} ainda, superfícies ásperas reduzem a quantidade de luz refletida e, conseqüentemente, afetam a cor da restauração.¹³

Sabe-se que para confecção de coroas protéticas pelo sistema CAD/CAM, estes materiais passam por processo de fresagem com brocas diamantadas, que causam ranhuras na superfície, deixando-a áspera e rugosa, sendo fundamental realizar o polimento adequado das restaurações cerâmicas pós-fresagem.^{15,17,18} Conseqüentemente, os protocolos de polimentos de cerâmicas para CAD/CAM têm sido amplamente estudados.^{16,19} O acabamento superficial geralmente é realizado por glazeamento,¹⁶ entretanto, devido à grande proporção de matriz de resina presente na resina nanocerâmica e na cerâmica infiltrada por polímero, esses não podem ser submetidos ao processo de queima do glaze em alta temperatura.^{6,7,15,20} Portanto, estes materiais são polidos mecanicamente com pontas siliconizadas ou abrasivas manuais, usando ou não pastas de polimento^{15,20} ou pela aplicação de selantes (glaze fotopolimerizável).^{6,20,21} Esses selantes são materiais feitos de resinas fluídas com pouca ou nenhuma carga, os quais oferecem preenchimento de irregularidades (microfissuras e microdefeitos), promovem melhor vedação marginal e, conseqüentemente, reduzem as microinfiltrações.^{6,8,22} Ainda, aumenta a resistência ao desgaste e manchas, e desta maneira, melhora a qualidade mecânica e estética da restauração.^{6,8,22}

Vários estudos^{6,8,22,23} afirmam que a aplicação dos selantes de superfície após a etapa de polimento foi recomendada para preservar ou melhorar as propriedades mecânicas e estéticas dos materiais restauradores e, conseqüentemente, aumentar a longevidade das restaurações. No entanto, a eficácia dos selantes em melhorar a qualidade das superfícies dos materiais restauradores a longo prazo ainda é controversa, uma vez que foram relatos problemas, como a formação de camada não uniforme, apresentando descolamento do material, criando assim textura rugosa, vulnerável a manchas e a descoloração.²³ Ainda, as variações de temperatura podem levar a formações de microfissuras e a remoção de partículas de superfície não aderidas dos selantes⁸. Além disso, informações sobre a eficácia de selantes de superfície quando usados em cerâmicas com matriz resinosa ainda são escassas.⁶

Com intuito de evitar o processo de degradação das resinas odontológicas foram desenvolvidos novos tratamento de superfície, com destaque para o tratamento de deposição de filmes por vapor químico melhorado por plasma (PECVD - plasma enhanced chemical vapor deposition) assistido por bombardeamento iônico.^{9,24-27} Seu efeito de proteção da superfície é

devido sua capacidade de produzir filmes finos com diversos graus de hidrofiliicidade,²⁶ além da capacidade de produzir o vedamento de imperfeições superficiais como por exemplo, poros e trincas. Também, apresenta temperatura relativamente baixa, sendo adequado para uma modificação química da superfície sem causar danos ou alterações na estrutura do material tratado.²⁵ Esse tratamento consiste na utilização de monômero de hexametildissiloxano (HMDSO) e de gases de argônio (Ar) e metano (CH₄). O Hexametildisiloxano (HMDSO) é comumente utilizado para essas situações, pois é de baixo custo e fácil aplicação.²⁷ O HMDSO é um monômero que produz finos filmes de organissilício (75% de hexametildisiloxano e 15% de argônio (30 min) com potencial de alta hidrofobicidade.²⁶ Em estudo prévio²⁶ foi verificado que esse tratamento foi capaz de blindar a degradação provocada pela saliva artificial e preservar a dureza Knoop (KHN) de dois tipos de resinas (acrílica e composta) testadas após imersão (7, 15 e 30 dias em saliva artificial a 37°C). Ainda, foi observada diminuição na energia de superfície após o tratamento com PECVD em superfícies de resinas acrílicas e resinas compostas, esse resultado foi atribuído aos finos filmes de PECVD, que reduziram as forças eletrostáticas, preservaram a integridade da superfície de ambas as resinas e diminuíram sua degradação. Assim, é possível que eles sejam capazes de produzir efeitos similares sobre a superfície das cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, devido a semelhança da composição destes com a resina composta. Contudo, apesar de resultados promissores obtidos com PECVD, poucos estudos na área odontológica foram realizados com este tipo de tratamento e, até o presente momento, não existe nenhum estudo que avalie a influência da deposição de filmes HMDSO sobre a degradação das cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM.

Apesar das excelentes propriedades mecânicas e estéticas das cerâmicas atuais, estas estão sujeitas a degradação de suas propriedades quando expostas na cavidade oral. Vários fatores podem afetar as cerâmicas tais como, umidade, variação da temperatura, força mastigatória, hábitos parafuncionais, dieta (principalmente a ingestão de bebidas corantes ou pH ácido), agentes higiênicos e hábitos como tabagismo.^{1,2,28-30} A imersão em soluções corantes apresentam efeito considerável nas propriedades ópticas de polímeros à base de resina, comprometendo o resultado estético.^{2,11,29,30} Dessa forma, entre as soluções com alto potencial corante das restaurações cerâmicas, destaca-se o chá preto e vinho tinto, ambos são bebidas de consumo frequente pela população.^{1,15,18,30,31}

Atualmente, as causas e os efeitos da erosão ácida provocada pelo ácido gástrico sobre as restaurações cerâmicas se tornaram tema de grande interesse na Odontologia mundial.^{28,31-34}

O ácido gástrico é composto principalmente de ácido clorídrico (HCl), tem um pH extremamente baixo ($\leq 2,0$), capacidade erosiva significativamente maior do que os ácidos da dieta e, portanto, apresenta nível de destruição mais grave.^{32,33} Tanto a doença do refluxo gastroesofágico (DRGE), quanto os transtornos alimentares, como anorexia e bulimia nervosa, causam acúmulo de ácido gástrico na cavidade oral por períodos variáveis de tempo, levando a efeitos destrutivos na dentição.³¹ A reabilitação protética nesses casos pode ser bastante desafiadora, já que, os materiais restauradores cerâmicos também sofrem erosão pela exposição ao ácido clorídrico, causando a lixiviação de íons alcalinos³³ e dissolução da matriz cristalina e resinosa,³⁴ o que pode aumentar a rugosidade da superfície e, consequentemente, causar todos os problemas citados anteriormente.

O presente estudo terá como objetivo caracterizar a estrutura e avaliar as características ópticas de 03 cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, uma resina nanocerâmica (Cerasmart - GC), uma cerâmica infiltrada por polímero (VITA Enamic - VITA) e outra cerâmica de zircônia e sílica em uma matriz interpenetrante de resina (SHOFU HC – Shofu Dental), após diferentes protocolos de polimento (kit de polimento Ceramisté (Shofu) ou selante de superfícies (Palaseal - kulzer), associados ou não a deposição de filme por PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) após diferentes procedimentos de envelhecimento *in vitro* (TC - termociclagem ou DE - desafio erosivo ou I - imersão em soluções ácidas/corantes (I_{AD/W} - água destilada, I_{CP/BT} - chá preto e I_{VT/RW} - vinho tinto)).

A hipótese nula do presente estudo é que não ocorrerá alteração na característica estrutural e ópticas, independente do envelhecimento, da cerâmica e do tratamento de superfície.

5 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que:

- Os envelhecimentos por imersão em solução corante, termociclagem e desafio erosivo aumentaram a rugosidade de superfície de todas as cerâmicas. Além disso, o selante de superfície resultou em valores de Ra muito menores em comparação com o polimento mecânico.
- A imersão no vinho tinto e chá preto ultrapassam os limites de aceitabilidade clínica ($\Delta E_{00}=1,80$), independente do tratamento de superfície e cerâmica. As soluções foram classificadas na seguinte ordem (do maior para o menor potencial corante): vinho tinto > chá preto > água.
- A aplicação de filme por vapor químico melhorado por plasma reduziu significativamente o manchamento em todas as cerâmicas após imersão em vinho, em ambas as associações (polimento mecânico ou selante). Além disso, nas cerâmicas CS e SH, o tratamento de superfície S+PECVD também reduziu de forma significativa o ΔE_{00} após imersão em chá preto.
- A termociclagem e o desafio erosivo não provocaram alterações de cor significativas nas cerâmicas, independente do tratamento de superfície.
- A translucidez e contraste das cerâmicas com matriz resinosa, foram alteradas pelos tratamentos de superfícies e envelhecimentos, tornando-as mais opacas.

REFERÊNCIAS

1. Koçak EF, Ekren O, Johnston WM, Uçar Y. Analysis of color differences in stained contemporary esthetic dental materials. *J Prosthet Dent.* 2021;126(3):438-45. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.08.006.
2. Acar O, Yilmaz B, Altintas SH, Chandrasekaran I, Johnston WM. Color stainability of CAD/CAM and nanocomposite resin materials. *J Prosthet Dent.* 2016;115(1):71-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.06.014.
3. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NR, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont.* 2015;28(3):227-35. doi: 10.11607/ijp.4244.
4. El Zhawi H, Kaizer MR, Chughtai A, Moraes RR, Zhang Y. Polymer infiltrated ceramic network structures for resistance to fatigue fracture and wear. *Dent Mater.* 2016;32(11):1352-61. doi: 10.1016/j.dental.2016.08.216.
5. Tabata LF, Silva TA, Silveira AC, Ribeiro APD. Marginal and internal fit of CAD-CAM composite resin and ceramic crowns before and after internal adjustment. *J Prosthet Dent.* 2020;123(3):500-5. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.01.010.
6. Çakmak G, Subaşı MG, Yilmaz B. Effect of thermocycling on the surface properties of resin-matrix CAD-CAM ceramics after different surface treatments. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2021;117:104401. doi: 10.1016/j.jmbbm.2021.104401.
7. Tribst JPM, Dal Piva AMO, Werner A, Anami LC, Bottino MA, Kleverlaan CJ. Durability of staining and glazing on a hybrid ceramics after the three-body wear. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;109:103856. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.103856.
8. Dede DÖ, Şahin O, Koroglu A, Yilmaz B. Effect of sealant agents on the color stability and surface roughness of nanohybrid composite resins. *J Prosthet Dent.* 2016;116(1):119-28. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.11.024.
9. Castro EF, Azevedo VLB, Nima G, Andrade OS, Dias CTDS, Giannini M. Adhesion, mechanical properties, and microstructure of resin-matrix CAD-CAM ceramics. *J Adhes Dent.* 2020;22(4):421-31. doi: 10.3290/j.jad.a44874.
10. Shibasaki PAN, Cavalli V, Oliveira MC, Barbosa JP, Boriollo MFG, Martins LRM. Influence of surface treatment on the physical properties and biofilm formation of zirconia-

- reinforced lithium silicate ceramics: in vitro trial. *Int J Prosthodont*. 2023;36(4):460-8. doi: 10.11607/ijp.7192.
11. Stamenković DD, Tango RN, Todorović A, Karasan D, Sailer I, Paravina RD. Staining and aging-dependent changes in color of CAD-CAM materials. *J Prosthet Dent*. 2021;126(5):672-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.09.005.
 12. Sen N, Us YO. Mechanical and optical properties of monolithic CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent*. 2018;119(4):593-9. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.06.012.
 13. Alencar-Silva FJ, Barreto JO, Negreiros WA, Silva PGB, Pinto-Fiamengui LMS, Regis RR. 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*. 2019;121(4):711.e1-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.02.001.
 14. Esquivel-Upshaw JF, Dieng FY, Clark AE, Neal D, Anusavice KJ. Surface degradation of dental ceramics as a function of environmental pH. *J Dent Res* 2013;92:467-71.
 15. Kurt M, Bankoğlu Güngör M, Karakoca Nemli S, Turhan Bal B. Effects of glazing methods on the optical and surface properties of silicate ceramics. *J Prosthodont Res*. 2020;64(2):202-9. doi: 10.1016/j.jpor.2019.07.005.
 16. Kilinc H, Turgut S. Optical behaviors of esthetic CAD-CAM restorations after different surface finishing and polishing procedures and UV aging: an in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2018;120(1):107-13. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.09.019.
 17. Alao AR, Stoll R, Zhang Y, Yin L. Influence of CAD/CAM milling, sintering and surface treatments on the fatigue behavior of lithium disilicate glass ceramic. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021;113:104133. doi: 10.1016/j.jmbbm.2020.104133.
 18. Kanat-Ertürk B. Color stability of CAD/CAM ceramics prepared with different surface finishing procedures. *J Prosthodont*. 2020;29(2):166-72. doi: 10.1111/jopr.13019.
 19. Brooksbank A, Owens BM, Phebus JG, Blen BJ, Wasson W. Surface sealant effect on the color stability of a composite resin following ultraviolet light artificial aging. *Oper Dent*. 2019;44(3):322-30. doi: 10.2341/18-053-L.
 20. Tekçe N, Pala K, Tuncer S, Demirci M. The effect of surface sealant application and accelerated aging on posterior restorative surfaces: an SEM and AFM study. *Dent Mater J*. 2017;36(2):182-9. doi: 10.4012/dmj.2016-173.

21. AlBin-Ameer MA, Alsrheed MY, Aldukhi IA, Matin A, Khan SQ, Abualsaud R, Gad MM. Effect of protective coating on surface properties and candida albicans adhesion to denture base materials. *J Prosthodont*. 2020;29(1):80-6. doi: 10.1111/jopr.13118.
22. Gurbuz O, Cilingir A, Dikmen B, Ozsoy A, Mert Eren M. Effect of surface sealant on the surface roughness of different composites and evaluation of their microhardness. *Eur Oral Res*. 2020;54(1):1-8. doi: 10.26650/eor.20200020.
23. Köroğlu A, Şahin O, Dede DÖ, Deniz ŞT, Karacan Sever N, Özkan S. Efficacy of denture cleaners on the surface roughness and Candida albicans adherence of sealant agent coupled denture base materials. *Dent Mater J*. 2016;35(5):810-6. doi: 10.4012/dmj.2016-103.
24. Bitencourt SB, Piacenza LT, Souza JPDV, Silva EVF, Rangel EC, Barão VAR, Goiato MC, Santos DM. The effect of different plasma treatments on the surface properties and bond strength between lithium disilicate and resin cement. *J Adhes Dent*. 2020;22(5):531-8. doi: 10.3290/j.jad.a45183.
25. Adımcı P, İbiş F, Ercan UK, Bagis B. Evaluation of effects of non-thermal plasma treatment on surface properties of CAD/CAM materials. *J Adhes Sci Technol*. 2019;33(1):35-49. doi: 10.1080/01694243.2018.1493834.
26. Santos D, Vechiato-Filho A, Pesqueira A, Guiotti A, Rangel E, Cruz N, Goiato M. Effect of nonthermal plasma treatment on the surface of dental resins immersed in artificial saliva. *J Polym Eng*. 2016;36(8):785-93. doi: 10.1515/polyeng-2015-0333.
27. Vechiato Filho AJ, Santos DM, Goiato MC, Medeiros RA, Moreno A, Bonatto LR, Rangel EC. Surface characterization of lithium disilicate ceramic after nonthermal plasma treatment. *J Prosthet Dent*. 2014 Nov;112(5):1156-63. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.02.021.
28. Cruz MEM, Simões R, Martins SB, Trindade FZ, Dovigo LN, Fonseca RG. Influence of simulated gastric juice on surface characteristics of CAD-CAM monolithic materials. *J Prosthet Dent*. 2020 Mar;123(3):483-90. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.04.018.
29. Al-Thobity AM, Gad MM, Farooq I, Alshahrani AS, Al-Dulaijan YA. Acid effects on the physical properties of different CAD/CAM ceramic materials: an in vitro analysis. *J Prosthodont*. 2021 Feb;30(2):135-41. doi: 10.1111/jopr.13232.

30. Quek SHQ, Yap AUJ, Rosa V, Tan KBC, Teoh KH. Effect of staining beverages on color and translucency of CAD/CAM composites. *J Esthet Restor Dent*. 2018 Mar;30(2):E9-17. doi: 10.1111/jerd.12359.
31. Kulkarni A, Rothrock J, Thompson J. Impact of gastric acid induced surface changes on mechanical behavior and optical characteristics of dental ceramics. *J Prosthodont*. 2020 Mar;29(3):207-18. doi: 10.1111/jopr.12716.
32. Sulaiman TA, Abdulmajeed AA, Shahramian K, Hupa L, Donovan TE, Vallittu P, Närhi TO. Impact of gastric acidic challenge on surface topography and optical properties of monolithic zirconia. *Dent Mater*. 2015 Dec;31(12):1445-52. doi: 10.1016/j.dental.2015.09.010.
33. Alnasser M, Finkelman M, Papathanasiou A, Suzuki M, Ghaffari R, Ali A. Effect of acidic pH on surface roughness of esthetic dental materials. *J Prosthet Dent*. 2019 Dec;122(6):567.e1-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.08.022.
34. Harryparsad A, Dullabh H, Sykes L, Herbst D. The effects of hydrochloric acid on all-ceramic restorative materials: an in-vitro study. *SADJ*. 2014 Apr;69(3):106-11.
35. Seyidaliyeva A, Rues S, Evagorou Z, Hassel AJ, Rammelsberg P, Zenthöfer A. Color stability of polymer-infiltrated-ceramics compared with lithium disilicate ceramics and composite. *J Esthet Restor Dent*. 2020 Jan;32(1):43-50. doi: 10.1111/jerd.12525.
36. Arif R, Yilmaz B, Johnston WM. In vitro color stainability and relative translucency of CAD-CAM restorative materials used for laminate veneers and complete crowns. *J Prosthet Dent*. 2019 Aug;122(2):160-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.09.011.
37. Gómez-Polo C, Portillo Muñoz M, Lorenzo Luengo MC, Vicente P, Galindo P, Martín Casado AM. Comparison of the CIELab and CIEDE2000 color difference formulas. *J Prosthet Dent*. 2016 Jan;115(1):65-70.
38. Paravina RD, Ghinea R, Herrera LJ, Bona AD, Igiel C, Linninger M, Sakai M, Takahashi H, Tashkandi E, Perez MM. Color difference thresholds in dentistry. *J Esthet Restor Dent*. 2015;27 Suppl 1:S1-9. doi: 10.1111/jerd.12149.
39. Salameh Z, Tehini G, Ziadeh N, Ragab HA, Berberi A, Aboushelib MN. Influence of ceramic color and translucency on shade match of CAD/CAM porcelain veneers. *Int J Esthet Dent*. 2014;9(1):90-7.

40. Sen N, Isler S. Microstructural, physical, and optical characterization of high-translucency zirconia ceramics. *J Prosthet Dent.* 2020 May;123(5):761-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.05.004.
41. Gomes EA, Assunção WG, Rocha EP, Santos PH. Cerâmicas odontológicas: o estado atual. *Ceramica.* 2018;54(331):319-25. doi: 10.1590/S0366-69132008000300008.
42. Guarda GB, Correr AB, Gonçalves LS, Costa AR, Borges GA, Sinhoreti MA, Correr-Sobrinho L. Effects of surface treatments, thermocycling, and cyclic loading on the bond strength of a resin cement bonded to a lithium disilicate glass ceramic. *Oper Dent.* 2013;38(2):208-17. doi: 10.2341/11-076-L.
43. Yin R, Jang YS, Lee MH, Bae TS. Comparative evaluation of mechanical properties and wear ability of five CAD/CAM dental blocks. *Materials.* 2019 Jul;12(14):2252. doi: 10.3390/ma12142252.
44. Steinmassl PA, Klaunzer F, Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. Evaluation of currently available CAD/CAM denture systems. *Int J Prosthodont.* 2017;30(2):116-22. doi: 10.11607/ijp.5031.
45. Nascimento VA, Bento VAA, Cruz KH, Silva LS, Pesqueira AA, Pellizzer EP. Color stability and surface roughness of resin-ceramics with different surface treatments: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Prosthet Dent.* 2023. doi: 10.1016/j.prosdent.2023.08.023.
46. Zamperini CA, Machado AL, Vergani CE, Pavarina AC, Rangel EC, Cruz NC. Evaluation of fungal adherence to plasma-modified polymethylmethacrylate. *Mycoses.* 2011 Sep;54(5):e344-51. doi: 10.1111/j.1439-0507.2010.01921.x.
47. Zamperini CA, Carneiro HL, Rangel EC, Cruz NC, Vergani CE, Machado AL. In vitro adhesion of *Candida glabrata* to denture base acrylic resin modified by glow-discharge plasma treatment. *Mycoses.* 2013 Mar;56(2):134-44. doi: 10.1111/j.1439-0507.2012.02223.x.
48. Sarac D, Sarac YS, Kulunk S, Ural C, Kulunk T. The effect of polishing techniques on the surface roughness and color change of composite resins. *J Prosthet Dent.* 2006 Jul;96(1):33-40. doi: 10.1016/j.prosdent.2006.04.012.

49. Koroğlu A, Şahin O, Dede DÖ, Deniz ŞT, Karacan Sever N, Özkan S. Efficacy of denture cleaners on the surface roughness and *Candida albicans* adherence of sealant agent coupled denture base materials. *Dent Mater J*. 2016;35(5):810-6. doi: 10.4012/dmj.2016-103.
50. Backer AD, Münchow EA, Eckert GJ, Hara AT, Platt JA, Bottino MC. Effects of simulated gastric juice on CAD/CAM resin composites-morphological and mechanical evaluations. *J Prosthodont*. 2017 Jul;26(5):424-31. doi: 10.1111/jopr.12420.
51. Rahim TN, Mohamad D, Md Akil H, Ab Rahman I. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dent Mater*. 2012 Jun;28(6):e63-70. doi: 10.1016/j.dental.2012.03.011.
52. Arocha MA, Basilio J, Llopis J, Di Bella E, Roig M, Ardu S, Mayoral JR. Colour stainability of indirect CAD-CAM processed composites vs. conventionally laboratory processed composites after immersion in staining solutions. *J Dent*. 2014 Jul;42(7):831-8. doi: 10.1016/j.jdent.2014.04.002.
53. Ertaş E, Güler AU, Yücel AC, Köprülü H, Güler E. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006 Jun;25(2):371-6.
54. Rangel RCC, Pompeu TC, Barros Jr JLS, Antonio CA, Santos NM, Pelici BO, Freire CMA, Cruz NC, Range EC. Improvement of the corrosion resistance of carbon steel by plasma deposited thin films. In: Razavi RS, editor. Recent researches in corrosion evaluation and protection. InTech; 2012. <https://doi.org/10.5772/34623>.
55. Druck CC, Pozzobon JL, Callegari GL, Dorneles LS, Valandro LF. Adhesion to Y-TZP ceramic: study of silica nanofilm coating on the surface of Y-TZP. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2015 Jan;103(1):143-50. doi: 10.1002/jbm.b.33184.
56. Hahnel S, Henrich A, Bürgers R, Handel G, Rosentritt M. Investigation of mechanical properties of modern dental composites after artificial aging for one year. *Oper Dent*. 2010;35(4):412-9. doi: 10.2341/09-337-L.
57. Pecho OE, Pérez MM, Ghinea R, Della Bona A. Lightness, chroma and hue differences on visual shade matching. *Dent Mater*. 2016 Nov;32(11):1362-73. doi: 10.1016/j.dental.2016.08.218.