

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 03/11/2025.



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

KEVIN HENRIQUE CRUZ

Caracterização do biofilme formado sobre cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, submetidas a diversos protocolos de polimento associados ou não a deposição de plasma de baixa temperatura e diferentes envelhecimentos *in vitro*

KEVIN HENRIQUE CRUZ

Caracterização do biofilme formado sobre cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, submetidas a diversos protocolos de polimento associados ou não a deposição de plasma de baixa temperatura e diferentes 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

C957c Cruz, Kevin Henrique.
Caracterização do biofilme formado sobre cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, submetidas a diversos protocolos de polimento associados ou não a deposição de plasma de baixa temperatura e diferentes envelhecimentos in vitro / Kevin Henrique Cruz. - Araçatuba, 2024
57 f. : il. ; tab.

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

1. Cerâmica 2. Desenho assistido por computador 3. Técnicas microbiológicas 4. Gases em plasma I. T.

Black D3
CDD 617.6

Claudio Hideo Matsumoto CRB-8/5550

A Deus,

Agradeço por essa conquista, tanto da minha vida profissional quanto pessoal. Obrigado por me guiar e orientar nesta jornada. O senhor esteve comigo a cada momento e sempre me deu forças para lidar com quaisquer situações em minha vida, nos momentos difíceis e nos momentos de alegria. Obrigado Deus, por sempre estar comigo.

A minha família,

A minha mãe Eliane de Fátima Pereira Cruz, a meu pai Otávio Cruz Júnior, a meu irmão Eduardo Henrique Cruz, a minha cunhada Brenda Júlia Pereira Varela, dedico a vocês essa etapa concluída em minha vida, essa conquista é nossa, sem o apoio de vocês nada seria possível. Obrigado por sempre estarem comigo, por sempre me acolherem e me acalmar nos momentos difíceis e também por compartilharem tantos momentos de alegria comigo, independente da distância nunca me deixaram sentir só. Obrigado por tudo, amo vocês família.

A todos os meus familiares e amigos,

também dedico a vocês, que sempre me apoiaram e não mediram esforços para me ajudar em todos os momentos, obrigado por sempre acreditarem em mim.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao meu orientador,

Prof. Assoc. Aldiéris Alves Pesqueira, obrigado por todos os ensinamentos, pela confiança, pelo apoio e por sempre se fazer presente nesta jornada. Agradeço também pela paciência e comprometimento em me orientar durante estes anos, sem você nada disso seria possível. O senhor tem minha eterna gratidão professor, obrigado por acreditar em mim em momentos que eu mesmo não consegui.

Aos amigos de trabalho

Victor Alves Nascimento, agradeço pela amizade e pelo companheirismo desde o primeiro dia, entramos juntos e trilhamos este caminho unidos, sempre um pelo outro. Obrigado meu amigo, por tudo, você nunca mediu esforços para me ajudar, sou muito grato por ter te conhecido e por ter cultivado essa amizade, com certeza você tornou meus dias mais felizes. Conte sempre comigo

Lorena Scaion Silva, você ensinou a dar meus primeiros passos na pós graduação, obrigado por todos os ensinamentos e companheirismo durante esta etapa.

João Pedro Justino de Oliveira Limírio, o porto seguro de todos nós que passamos pela pós. João, agradeço por todos os conselhos e por todos os aprendizados que tive com você durante este tempo. Você sempre foi meu refúgio nos momentos de maior necessidade, obrigado por ter sempre me guiado e organizado, com certeza minha vida aqui foi mais leve aqui por sempre poder contar com você. Conte comigo sempre também meu amigo, obrigado por tudo.

Ana Beatriz de Souza Albergardi, minha dupla de pesquisa, desbravamos juntos novas metodologias e sem sua parceria nada seria possível. Admiro muito sua dedicação e comprometimento, só tenho a agradecer por todos os momentos que passamos juntos, independente do cansaço sempre foi muito compreensiva e companheira. Obrigado Bia, por toda ajuda e por sua amizade.

Isabela Dornelas Neves Mendonça, agradeço por todos os momentos que tivemos juntos, obrigado pela ajuda no desenvolvimento deste projeto e por todos os momentos de descontração, demos muitas risadas e nos divertimos muito. Muito obrigado por sempre ter sido solícita e companheira.

Gabriel Nunes Sampaio, obrigado por toda ajuda de sempre meu amigo, você sempre se mostrou muito dedicado e solícito sempre que precisei, só tenho a agradecer, tanto pela assistência nos projetos, quanto pela amizade.

Juliana Lujan Brunetto, agradeço por todos os conselhos, ensinamentos e por todos momentos que tivemos juntos, sempre foi muito bom conversar com você e poder me divertir em todos esses momentos. Muito obrigado Ju, por tudo.

Bruna Egumi Nagay, obrigado por toda ajuda na realização das análises microbiológicas, você sempre foi muito solícita nos momentos de dúvidas e me ensinou muito durante esse processo, agradeço pela paciência, dedicação e comprometimento.

Jesse Augusto Pereira, agradeço por todo aprendizado, pelos conselhos, dicas e dúvidas tiradas, você foi essencial para o desenvolvimento desse projeto. Muito obrigado por sempre ter sido tão solícito e companheiro em todos os momentos.

Aos meus amigos de departamento, Beatriz Marques, Marcos Gomes, Thiago Foltran, Lorena Louise, Hiskell Francine, e Ronise Piato, obrigado por toda ajuda sempre e por tornarem meus dias mais felizes.

À Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria Cristina Rosifini Alves Rezende, agradeço por todos os momentos de acolhimento e compreensão, admiro muito você pelo seu profissionalismo, mas ainda mais pela sua humanidade. Obrigado professora por todo aprendizado e por ter aceito o convite em compor minha banca, foi uma honra para mim.

Profa. Dra. Jéssica Marcela de Luna Gomes, a qual não tive oportunidade de conviver muito tempo, no entanto, sempre foi muito prazeroso estar em sua companhia, obrigado por sempre ter sido tão atenciosa e solícita. Independente do tempo, tive oportunidade de aprender muito com você e também de me inspirar em você. Muito obrigado por ter aceitado meu convite, sua presença engrandece nosso trabalho.

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.

Aos meus amigos

Amanda Dias Castanheiro, obrigado por sempre estar comigo, em todos os momentos, fáceis ou difíceis, felizes ou tristes. Minha gratidão por ti é enorme, você fez meus dias mais leves, me deu os conselhos mais valiosos e sempre me apoiou em cada etapa. Amanda, com certeza você foi mais que minha amiga, foi minha irmã, sempre se preocupou comigo e nunca me deixou me abater, muito obrigado por ter sido sempre presente, por ter me apoiado e também por sempre estar ao meu lado.

Guilherme Melhado Magri, meu irmão, independente do tempo, da distância e de todos os empecilhos que poderiam nos afastar você nunca deixou de acreditar em mim, sou grato a ti, por ter me incentivado, e por sempre torcer por mim. Muito obrigado Gui, pela nossa amizade, e, mesmo de longe por sempre estar comigo.

Mayara Signori Dantas, agradeço a ti, por sempre estar comigo, nos mudamos para Araçatuba sem saber que estaríamos juntos aqui, quero que saiba que o que mais me tranquilizou foi saber que você estaria aqui comigo, você sempre cuidou de mim, me deu “puxões de orelha” quando precisava e sempre foi muito companheira. Obrigado, pela parceria e por sempre me fazer uma pessoa melhor.

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 2022/03791-8, 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**).

Agradecemos ao LabMMEV – FCT/UNESP pela disponibilidade de utilização do Microscópio Eletrônico de Varredura.

RESUMO

Cruz KH. Caracterização do biofilme formado sobre cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, submetidas a diversos protocolos de polimento associados ou não a deposição de plasma de baixa temperatura e diferentes envelhecimentos *in vitro* [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2024.

O presente estudo teve como objetivo caracterizar a estrutura e determinar a quantidade do biofilme misto (*S. mutans* e *C. albicans*) formado sobre 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 (P_M - kit de polimento Ceramisté (Shofu) ou S_P - 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), por meio da rugosidade superficial (Ra), quantificação de células cultiváveis (CFUs), análise 3D do biofilme por microscopia confocal a laser (MC) e análise da estrutura dos biofilmes por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Para cada cerâmica, foram confeccionados 96 espécimes quadrados com dimensões de 5 x 5x 1,2 mm, divididos em grupos de acordo com o tratamento de superfície e envelhecimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística ANOVA (3 fatores) e testes de comparação múltipla pareada ($\alpha = 0,05$) para elucidar ainda mais quaisquer achados significativos, não comparando os envelhecimentos *in vitro* entre si. O polimento S_P (com ou sem PECVD) apresentou os menores valores de Ra em todas as cerâmicas, independente dos envelhecimentos *in vitro* realizados. O P_M proporcionou maiores valores de Ra, no entanto, embora com valores Ra abaixo de 0,2 μ m (limite crítico). Ainda, a TC gerou aumento significativo nos grupos com P_M em VE e SH e o DE em CS e SH. O PECVD diminuiu a Ra quando associado ao P_M em VE e SH. O CFU do *S. mutans* foi superior aos da *C. albicans* em ambos os envelhecimentos. Conclui-se que a TC e o DE tiveram efeito negativo sobre a rugosidade de superfície, principalmente, nos grupos que receberam polimento mecânico. O PECVD reduziu a degradação da superfície das cerâmicas frente aos envelhecimentos realizados, principalmente, quando foi associado selante de superfície. Não houve relação direta entre rugosidade e adesão de *S. mutans* e *C. albicans*.

Palavras-chave: cerâmicas, desenho assistido por computador, análise microbiológica, gases em plasma.

ABSTRACT

Cruz KH. Characterization of the biofilm formed on ceramics with a resinous matrix for CAD/CAM, subjected to different polishing protocols associated or not with low-temperature plasma deposition and different in vitro aging [dissertation]. Araçatuba: School of Dentistry, Universidade Estadual Paulista; 2024.

The present study aimed to characterize the structure and determine the quantity of the mixed biofilm (*S. mutans* and *C. albicans*) formed on 03 resin matrix ceramic CAD-CAM materials, a nanoceramic resin (Cerasmart - GC), a ceramic infiltrated by polymer (VITA Enamic - VITA) and other zirconia and silica ceramics in an interpenetrating resin matrix (SHOFU HC – Shofu Dental), after different polishing protocols (PM - Ceramisté polishing kit (Shofu) or SP - surface sealant (Palaseal - kulzer), associated or not with film deposition by PECVD (plasma-enhanced chemical vapor deposition) after different in vitro aging (TC - thermocycling or DE - erosive challenge), through surface roughness (Ra), colony-forming units (CFUs), 3D analysis of the biofilm by confocal laser microscopy (MC) and analysis of the biofilm structure by scanning electron microscopy (SEM). For each ceramic, 96 specimens were made with dimensions of 5x5x1.2 mm, divided into groups according to surface treatment and aging. The data obtained were subjected to statistical analysis 3-way ANOVA and multiple paired comparison tests ($\alpha = 0.05$) to further elucidate any significant findings, not comparing in vitro aging with each other. SP polishing (regardless of PECVD) presented the lowest Ra values in all ceramics, regardless of the in vitro aging. PM provided higher Ra values, however, although with Ra values below 0.2 μ m (critical limit). Furthermore, TC significantly increased in groups with PM in VE and SH and DE in CS and SH. PECVD decreased Ra when associated with PM in VE and SH. The CFU of *S. mutans* was higher than that of *C. albicans* in both aging periods. It is concluded that TC and DE had a negative effect on surface roughness, especially in the groups that received mechanical polishing. PECVD reduced the degradation of the ceramic surface due to aging, mainly when surface sealant was associated. There was no direct relationship between roughness and adhesion of *S. mutans* and *C. albicans*.

Keywords: ceramics, computer-aided design, microbiological techniques, plasma gases.

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	20
Figura 2 - Microscopia confocal a laser do biofilme misto de <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i> na superfície da cerâmica Cerasmart – GC (CS)	39
Figura 3 - Microscopia confocal a laser do biofilme misto de <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i> na superfície da cerâmica VITA Enamic – VITA (VE)	40
Figura 4 - Microscopia confocal a laser do biofilme misto de <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i> na superfície da cerâmica SHOFU HC – Shofu Dental (SH)	41
Figura 5 - Microscopia eletrônica de varredura do biofilme misto de <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i> na superfície da cerâmica Cerasmart – GC (CS)	41
Figura 6 - Microscopia eletrônica de varredura do biofilme misto de <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i> na superfície da cerâmica VITA Enamic – VITA (VE)	42
Figura 7 - Microscopia eletrônica de varredura do biofilme misto de <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i> na superfície da cerâmica SHOFU HC – Shofu Dental (SH)	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nome comercial, composição e fabricante das cerâmicas que foram utilizadas	21
Tabela 2 - ANOVA de três fatores para medidas repetidas para rugosidade superficial de materiais com diferentes tratamentos submetidos à termociclagem	28
Tabela 3 - Média $\pm$ desvio padrão da rugosidade superficial dos materiais com diferentes tratamentos submetidos à termociclagem	28
Tabela 4 - ANOVA de três fatores para medidas repetidas para rugosidade superficial de materiais com diferentes tratamentos submetidos ao desafio erosivo	30
Tabela 5 - Média $\pm$ desvio padrão da rugosidade superficial dos materiais com diferentes tratamentos submetidos ao desafio erosivo	30
Tabela 6 - ANOVA de medidas repetidas de três fatores para viabilidade de <i>S. mutans</i> (log ₁₀ UFC/mL) em materiais com diferentes tratamentos submetidos à termociclagem	32
Tabela 7 - Média $\pm$ desvio padrão da viabilidade de <i>S. mutans</i> (log ₁₀ UFC/ml) em materiais com diferentes tratamentos submetidos à termociclagem	32
Tabela 8 - ANOVA de medidas repetidas de três fatores para viabilidade de <i>C. albicans</i> (log ₁₀ UFC/mL) em materiais com diferentes tratamentos submetidos à termociclagem	33
Tabela 9 - Média $\pm$ desvio padrão da viabilidade de <i>C. albicans</i> (log ₁₀ UFC/ml) em materiais com diferentes tratamentos submetidos à termociclagem	34
Tabela 10 - ANOVA de medidas repetidas de três fatores para viabilidade de <i>S. mutans</i> (log ₁₀ UFC/mL) em materiais com diferentes tratamentos submetidos a desafio erosivo	36
Tabela 11 - Média $\pm$ desvio padrão da viabilidade de <i>S. mutans</i> (log ₁₀ UFC/ml) em materiais com diferentes tratamentos submetidos ao desafio erosivo	36
Tabela 12 - ANOVA de três fatores para medidas repetidas de viabilidade de <i>C. albicans</i> (log ₁₀ UFC/mL) em materiais com diferentes tratamentos submetidos a desafio erosivo	37
Tabela 13 - Média $\pm$ desvio padrão da viabilidade de <i>C. albicans</i> (log ₁₀ UFC/ml) em materiais com diferentes tratamentos submetidos ao desafio erosivo	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Análise estrutural
AM	Análise microbiológica
Ar	Argônio
ASD	Agar Sabouraud Dextrose
BHI	Agar Infusão de Cérebro e Coração
CaCl	Cloreto de cálcio
CAD/CAM	Computer aided- design/ computer aided manufacturing
CFU	Quantificação de células cultiváveis
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de carbono
CS	Cerasmart
DE	Desafio erosivo
DRGE	Doença do refluxo gastroesofágico
HCl	Ácido clorídrico
HMDSO	Hexametildissiloxano
KCl	Cloreto de potássio
MC	Microscopia confocal a laser
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
NaCl	Cloreto de sódio
NaOH	Hidróxido de sódio
PECVD	Plasma enhanced chemical vapor deposition
PM/MP	Polimento mecânico
Ra	Rugosidade de superfície
SH	SHOFU HC
SP	Selante fotopolimerizável Palaseal
TC	Termociclagem
VE	VITA Enamic

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	17
3 MATERIAL E MÉTODO	19
3.1 Cálculo Amostral	19
3.2 Delineamento	20
3.3 Formação dos Grupos	20
3.4 Fabricação dos Espécimes	21
3.5 Acabamento e Tratamento de Superfície	21
3.6 Procedimentos de Envelhecimento <i>In Vitro</i>	22
3.6.1 Termociclagem (TC)	22
3.6.2 Desafio Erosivo (DE)	23
3.7 Variáveis de Resposta	23
3.7.1 Rugosidade Superficial – Ra	23
3.7.2 Cepas de Microrganismos e Condições de Crescimento	23
3.7.3 Substratos para Formação de Biofilme	24
3.7.4 Quantificação das Células Cultiváveis (CFUs)	24
3.7.5 Análise 3D do Biofilme por Microscopia Confocal a Laser (MC)	25
3.7.6 Análise da Estrutura dos Biofilmes por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	25
3.8 Período de Análises	25
4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
5 RESULTADOS	27
5.1 Rugosidade	27
5.1.1 Termociclagem	27
5.1.2 Desafio Erosivo	29
5.2 Quantificação das Células Cultiváveis (CFUs)	31
5.2.1 Termociclagem	31
5.2.2 Desafio Erosivo	35
5.3 Análise 3D do Biofilme por Microscopia Confocal a Laser (MC)	39
5.4 Análise da Estrutura dos Biofilmes por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	41
6 DISCUSSÃO	44
7 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Recentemente, foram desenvolvidas cerâmicas com matriz resinosa, que são materiais híbridos com uma matriz orgânica preenchida principalmente por compostos inorgânicos refratários para uso em tecnologia CAD-CAM¹⁻¹⁰. Esses materiais combinam as vantagens das cerâmicas convencionais (biocompatibilidade, alta estética, resistência ao desgaste e estabilidade de cor) com as dos polímeros (facilidade de polimento, viscoelasticidade, melhores propriedades de flexão e menor desgaste do dente antagonista)^{1,3-7,11}. As cerâmicas híbridas são categorizadas em três grupos pela sua composição: 1) resina nanocerâmica - combinação de resina composta e cerâmica; 2) cerâmica infiltrada por polímero (PICN) - composta por uma rede cerâmica porosa reforçada com polímero; e 3) cerâmica de zircônia e sílica em uma matriz interpenetrante de resina.¹

Os materiais restauradores enfrentam desafios na cavidade oral devido à complexidade do ambiente, que facilitam interações entre microrganismos, levando à formação de biofilmes orais^{12,13}. O biofilme oral é uma matriz extracelular heterogênea onde várias espécies de microrganismos interagem^{12,14}. *Streptococcus*, especialmente *S. mutans*, é prevalente na cavidade oral e está associado à cárie dentária^{15,16}, embora não atue isoladamente. A presença de *C. albicans* pode facilitar o crescimento de *S. mutans* em biofilmes, mas as interações químicas associadas ao acúmulo bacteriano permanecem incertas¹⁶. As bactérias têm afinidade por áreas retentivas, como materiais cerâmicos, portanto, um acabamento e polimento adequados são essenciais para uma superfície lisa¹⁷, diante disso, o adequado acabamento e polimento das restaurações cerâmicas são essenciais para obtenção de uma superfície lisa,^{8,18}. Existe um consenso na literatura atual sobre a importância do polimento adequado das restaurações cerâmicas, pois isso influencia significativamente suas propriedades estruturais e mecânicas. Superfícies ásperas ou rugosas estão diretamente ligadas a um maior risco de acúmulo de biofilme, doença periodontal, cárie secundária e pigmentação^{4,5,8,15,18-27}.

Após fresagem de coroas protéticas pelo sistema CAD/CAM, a superfície frequentemente fica áspera e rugosa, exigindo polimento para obter uma textura lisa e brilhante, podendo ser feito com glaze ou polimento mecânico¹⁹⁻²¹. As cerâmicas híbridas não podem ser submetidas ao processo de queima do glaze em alta temperatura^{4,5,18,22}. Sendo assim, estes materiais são polidos mecanicamente com borrachas manuais, usando ou não pastas de polimento^{18,22}, ou pela aplicação de selantes (glaze fotopolimerizável)^{4,18,28}. Além do

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, podemos concluir que:

- O polimento com selante de superfície propiciou valores de Ra menores em comparação com o polimento mecânico em todas as cerâmicas com matriz resinosa.
- Não houve a relação direta entre rugosidade e a adesão de *S. mutans* e *C. albicans*.
- A aplicação de filme por vapor químico melhorado por plasma foi capaz de reduzir a degradação da superfície das cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM frente aos envelhecimentos realizados, principalmente, quando foi associado ao polimento mecânico.

REFERÊNCIAS

1. Gracis S, Thompson VP, Ferencz JL, Silva NRFA, Bonfante EA. A new classification system for all-ceramic and ceramic-like restorative materials. *Int J Prosthodont*. 2015;28(3):227–35.
2. 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.
3. Tabata LF, Lima Silva TA, Paula 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.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. 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.
9. Nishitani Shibusaki PA, Cavalli V, Oliveira MC, Barbosa JP, Gomes Boriollo MF, Marcondes Martins LR. 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.
10. Ionescu AC, Hahnel S, König A, Brambilla E. Resin composite blocks for dental CAD/CAM applications reduce biofilm formation in vitro. *Dent Mater*. 2020 May;36(5):603-16.

11. Picolo MZD, Kury M, Romário-Silva D, Rosalen PL, Pecorari VGA, Gianinni M, Cavalli V. Effects of gastric acid and mechanical toothbrushing in CAD-CAM restorative materials: Mechanical properties, surface topography, and biofilm adhesion. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023;138:105606.
12. Poole SF, Pitondo-Silva A, Oliveira-Silva M, Moris ICM, Gomes EA. Influence of different ceramic materials and surface treatments on the adhesion of *Prevotella intermedia*. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2020;111:104010.
13. Hao Y, Huang X, Zhou X, Li M, Ren B, Peng X, Cheng L. Influence of dental prosthesis and restorative materials interface on oral biofilms. *Int J Mol Sci.* 2018;19:3157.
14. Dobrzynski M, Pajaczkowska M, Nowicka J, Jaworski A, Kosior P, Szymonowicz M, Kuropka P, Rybak Z, Bogucki ZA, Filipiak J, Targonska S, Ciupa-Litwa A, Han A, Wiglusz RJ. Study of surface structure changes for selected ceramics used in the CAD/CAM System on the degree of microbial colonization, in vitro tests. *Biomed Res Int.* 2019;12:9130806.
15. Dal Piva A, Contreras L, Ribeiro FC, Anami LC, Camargo S, Jorge A, Bottino MA. Monolithic ceramics: effect of finishing techniques on surface properties, bacterial adhesion and cell viability. *Oper Dent.* 2018;43(3):315-25.
16. Hwang G, Liu Y, Kim D, Li Y, Krysan DJ, Koo H. *Candida albicans* mannans mediate *Streptococcus mutans* exoenzyme GtfB binding to modulate cross-kingdom biofilm development in vivo. *PLoS Pathog.* 2017;13:e1006407.
17. Contreras L, Dal Piva A, Ribeiro FC, Anami LC, Camargo S, Jorge A, Bottino MA. Effects of manufacturing and finishing techniques of feldspathic ceramics on surface topography, biofilm formation, and cell viability for human gingival fibroblasts. *Oper Dent.* 2018;43:593-601.
18. 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):182-189.
19. 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;113:10413.

20. 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.
21. Kanat-Ertürk B. Color stability of CAD/CAM ceramics prepared with different surface finishing procedures. *J Prosthodont.* 2020;29(2):166-72.
22. 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.
23. 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;123(3):483-90.
24. 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;31(12):1445-52.
25. Özarslan M, Bilgili Can D, Avcioglu NH, Çalışkan S. Effect of different polishing techniques on surface properties and bacterial adhesion on resin-ceramic CAD/CAM materials. *Clin Oral Investig.* 2022 Aug;26(8):5289-99.
26. Siddanna GD, Valcanaia AJ, Fierro PH, Neiva GF, Fasbinder DJ. Surface Evaluation of Resilient CAD/ CAM ceramics after Contouring and Polishing. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33:750–63.
27. Matzinger M, Hahnel S, Preis V, Rosentritt M. Polishing effects and wear performance of chairside CAD/CAM materials. *Clin Oral Investig.* 2019 Feb;23(2):725-37.
28. 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.
29. 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.
30. 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.

31. 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 Scid Technol*. 2019;33:35-49.
32. 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 Polymer Eng*. 2016;36(8):785-93.
33. 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;112(5):1156-63.
34. dos Santos D, Vechiato-Filho A, Pesqueira A, Guiotti A, Rangel E, da Cruz N, Goiato M. Effect of nonthermal plasma treatment on the surface of dental resins immersed in artificial saliva. *Journal of Polymer Engineering*. 2016;36(8): 785-793
35. 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;30(2):135-41.
36. 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.
37. 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;30(2):9-17.
38. 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;29(3):207-18.
39. 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;122(6):567.e1-8.
40. Harryparsad A, Dullabh H, Sykes L, Herbst D. The effects of hydrochloric acid on all-ceramic restorative materials: an in-vitro study. *SADJ*. 2014;69(3):106-111.
41. Lamfon H, Porter SR, McCullough M, Pratten J. Formation of *Candida albicans* biofilms on non-shedding oral surfaces. *Eur J Oral Sci*. 2003;111(6):465-71.
42. Souza, J. G. S.; Lima, C. V.; Costa Oliveira, B. E.; Ricomini-Filho, A. P.; Faveri, M.; Sukotjo, C.; Feres, M.; Del Bel Cury, A. A.; Barao, V. A. R. Dose-Response Effect of

Chlorhexidine on a Multispecies Oral Biofilm Formed on Pure Titanium and on a Titanium-Zirconium Alloy. *Biofouling* 2018, 34, 1175-1184.

43. Souza, J. G. S.; Beline, T.; Matos, A. O.; Costa Oliveira, B. E.; Ricomini-Filho, A. P.; Barão, V. A. R. Electrochemical Behavior of Titanium Exposed to a Biofilm Supplemented with Different Sucrose Concentrations. *J. Prosthet. Dent.* 2018, 120, 290-298.

44. 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):107-113.

45. Köroğlu A, Sahin O, Dede DÖ, Yilmaz B. Effect of different surface treatment methods on the surface roughness and color stability of interim prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 2016;115(4):447-55.

46. Lima AF, Soares GP, Vasconcellos PH, Ambrosano GM, Marchi GM, Lovadino JR, et al. Effect of surface sealants on microleakage of Class II restorations after thermocycling and long-term water storage. *J Adhes Dent* 2011;13:249-54.

47. Kim SH, Choi YS, Kang KH, Att W. Effects of thermal and mechanical cycling on the mechanical strength and surface properties of dental CAD-CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2022;128(1):79-88.

48. Lauvahutanon S, Takahashi H, Shiozawa M, Iwasaki N, Asakawa Y, Oki M, Finger WJ, Arksornnukit M. Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dent Mater J.* 2014;33(5):705-10.

49. Bötzel F, Zimmermann T, Sütel M, Müller WD, Schwitalla AD. Influence of different low-pressure plasma process parameters on shear bond strength between veneering composites and PEEK materials. *Dent Mater.* 2018;34(9):e246-e254.

50. Tsougeni K, Vourdas N, Tserepi A, Gogolides E, Cardinaud C. Mechanisms of oxygen plasma nanotexturing of organic polymer surfaces: from stable super hydrophilic to super hydrophobic surfaces. *Langmuir.* 2009;25(19):11748-59

51. Zamperini CA, Machado AL, Vergani CE, Pavarina AC, Rangel EC, Cruz NC. Evaluation of fungal adherence to plasma-modified polymethylmethacrylate. *Mycoses.* 2011;54(5):e344-51.

52. Zamperini CA, Carneiro Hde L, 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;56(2):134-44.
53. Rangel RCC, Pompeu TC, Barros Jr JLS, Antonio CA, Santos NM, Pelici BO, Freire CMA, Cruz NC, Rangel EC. Improvement of the Corrosion Resistance of Carbon Steel by Plasma Deposited Thin Films, 1st ed., Rijeka: Croatia, 2012.
54. O'Brien EP, Mondal K, Chen CC, Hanley L, Drummond JL, Rockne KJ. Relationships between composite roughness and *Streptococcus mutans* biofilm depth under shear in vitro. *J Dent*. 2023;134:104535.
55. Alqarni D, Nakajima M, Tagami J, Alzahrani MS, Sá-Pinto AC, Alghamdi A, Hosaka K, Alzahrani F, Alsadon OA, Alharbi RA, Almalki SS, Alzahrani AAH. Study of streptococcus mutans in early biofilms at the surfaces of various dental composite resins. *Cureus*. 2023;15(4):e38090.
56. Daabash R, Alqahtani MQ, Price RB, Alshabib A, Niazzy A, Alshaafi MM. Surface properties and *Streptococcus mutans* biofilm adhesion of ion-releasing resin-based composite materials. *J Dent*. 2023;134:104549.
57. Nedeljkovic I, De Munck J, Ungureanu AA, Slomka V, Bartic C, Vananroye A, Clasen C, Teughels W, Van Meerbeek B, Van Landuyt KL. Biofilm-induced changes to the composite surface. *J Dent*. 2017;63:36-43.