

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 16/07/2025.



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

ANA BEATRIZ DE SOUZA ALBERGARDI

Influência da espessura oclusal da restauração indireta nas características estruturais, mecânicas e microbiológicas de cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, após imersão em diferentes solventes orgânicos simulando alimentos

Araçatuba-SP
2025

ANA BEATRIZ DE SOUZA ALBERGARDI

Influência da espessura oclusal da restauração indireta nas características estruturais, mecânicas e microbiológicas de cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, após imersão em diferentes solventes orgânicos simulando alimentos

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia de Araçatuba, para obtenção do título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Assoc. Aldiéris Alves Pesqueira.

Coorientadora: Prof. Assoc. Cristiane Duque

Coorientadora: Dra. Bruna Egumi Nagay

Araçatuba-SP

2025

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

- A329i Albergardi, Ana Beatriz de Souza.
Influência da espessura oclusal da restauração indireta nas características estruturais, mecânicas e microbiológicas de cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, após imersão em diferentes solventes orgânicos simulando alimentos / Ana Beatriz de Souza Albergardi. - Araçatuba, 2025
50 f. : il. ; tab.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araçatuba
Orientador: Prof. Aldiéris Alves Pesqueira
Coorientadora: Profa. Cristiane Duque
Coorientadora: Profa. Bruna Egumi Nagay
1. Desenho assistido por computador 2. Imersão 3. Solventes I. T.
- Black D3
CDD 617.6

Á Deus,

Que todos os dias da minha vida esteve ao meu lado, dando suporte e proteção, colocando sempre em meu caminho pessoas especiais. Desde o dia em que decidi morar fora o Senhor me abençoou com coisas maravilhosas, preparando sempre o melhor para mim. Obrigada meu Deus, por tudo.

Á minha família

Á minha mãe Rosilene Charlo Maciel de Souza, ao meu pai Wilson José de Souza e á minha irmã Bianca Maciel de Souza, dedico a vocês mais essa conquista, obrigada por sempre me apoiarem, me protegerem e me amarem tão intensamente. Sem vocês eu jamais teria conseguido, o suporte e a apoio que me deram, fez tudo no fim valer a pena. Amos vocês, até no céu, ida e volta.

Ao meu marido Danilo Oliveira Albergardi, que foi e sempre será minha base e minha proteção todos os dias. Obrigada por sempre me apoiar meu amor, por toda ajuda e pelos dias de apoio nos experimentos, me acompanhando e sendo meu suporte emocional em todo o processo. Te amo muito mais que ontem e hoje muito menos que amanhã.

Á 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, obrigada por toda ajuda e carinho que sempre teve por mim e por acreditar e confiar no meu trabalho. Agradeço a orientação, minha eterna gratidão ao senhor.

Aos amigos de trabalho

João Pedro Justino de Oliveira Limírio, que foi meu porto seguro dentro do departamento e um grande amigo. Obrigada por todos os ensinamentos, por toda paciência em me ensinar tudo que eu precisava, me ajudando a desenvolver todas as habilidades possíveis nesses dois anos. Agradeço a parceria em todas as madrugadas e dias intensos de experimento, sempre com muito bom humor, sendo meu braço direito em todos os trabalhos que eu realizei, eu não teria conseguido sem você. Sua orientação foi crucial para que eu chegasse até aqui e para tudo que eu sou hoje na área acadêmica, amo você meu amigo!

Victor Alves Nascimento, agradeço a amizade nesses dois anos de mestrado. Foi muito bom dividir esse tempo trabalhando com você, agradeço o apoio e a amizade, conte sempre comigo.

Gabriel Nunes Sampaio, obrigada por toda ajuda em todas as vezes que eu precisei, sempre muito solícito independente do horário e do dia, agradeço também pela amizade e carinho.

Mariana Bianchi, os dias com você são sempre mais leves, obrigada por todo carinho e ajuda nesses poucos meses trabalhando juntas. Sua amizade é muito importante pra mim.

Amanda Paino Sant`Ana, por sempre ser um lugar de apoio nos momentos difíceis, compartilhando as alegrias e tristezas nos últimos anos, amo você amiga!

Jesse Augusto Pereira, agradeço por toda ajuda e parceria nesses dois anos, você foi essencial para o desenvolvimento desse projeto.

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

Isadora Martins, Lorena Pontes Maniçoba, Julia Paião Quinteiro, minhas grandes amigas que me ajudaram e foram meu suporte mesmo estando longe, obrigada por sempre me ouvirem e me apoiarem em todos os momentos, não só nesses dois anos, mas sempre! Amo vocês demais.

Jéssica Marcela de Luna Gomes, obrigada por todo apoio e amizade que desenvolvemos nesses 2 anos de mestrado. Você é uma inspiração como profissional, como docente e como ser humano.

À minha coorientadora professora Cristiane Duque, que desde a iniciação científica me inspira a como ser humano e como profissional, a senhora faz muita falta, obrigada por todo apoio e direcionamento, a senhora faz muita falta.

À minha coorientadora Bruna Egumi Nagay por toda ajuda desde o início do mestrado e na execução do meu trabalho, você me inspira como pesquisadora.

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.

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

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 2023/06353-4, 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**).

RESUMO

Albergardi ABS. Influência da espessura oclusal da restauração indireta nas características estruturais, mecânicas e microbiológicas de cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, após imersão em diferentes solventes orgânicos simulando alimentos [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2025.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da espessura oclusal da restauração indireta (0,5 mm – restauração conservadora ou 1,0 mm – restauração convencional) sobre as características estruturais, mecânicas e microbiológicas de 02 cerâmicas com matriz resinosa para CAD/CAM, Tetric CAD – Ivoclar e SHOFU HC – Shofu Dental, polidos com Optragloss e imersos por 7 dias em solventes orgânicos simulando alimentos (etanol absoluto, metiletilcetona (MEK) e água destilada). Foram confeccionados 112 espécimes de cada cerâmica, sendo realizados diferentes dimensões para se adequarem em suas respectivas análises. As variáveis de resposta foram: 1) análises estruturais (rugosidade superficial (Ra), microdureza vickers (VHN) e microscopia eletrônica de varredura (MEV); 2) análises mecânicas (resistência à flexão (ρ) e módulo de elasticidade (ME)) e 3) análises microbiológicas (quantificação de células cultiváveis (UFCs) e análise da estrutura dos biofilmes por meio de MEV. Os dados obtidos foram analisados por meio de ANOVA de dois fatores ($\alpha = 0,05$) pos teste de tukey. Para RA, o material SHOFU apresentou maior Ra do que o TETRIC apenas após o envelhecimento em água ($p < 0,05$). O material TETRIC teve maior Ra após o envelhecimento em etanol, quando comparado com a condição baseline (armazenamento a seco) ($p < 0,05$). Para o SHOFU, a Ra foi significativamente maior quando o material foi envelhecido em água, em comparação com os demais grupos ($p < 0,05$). Para VHN e RF, o SHOFU exibiu os maiores valores do que o TETRIC ($p < 0,05$), independentemente da espessura e das condições de envelhecimento. Para ME, o envelhecimento em etanol resultou em valores de módulo de elasticidade mais baixos do que os observados nos demais grupos ($p < 0,05$), verificou-se que o SHOFU apresentou um módulo de elasticidade significativamente maior que o TETRIC ($p < 0,05$) e para o SHOFU, a espessura de 0,5 mm demonstrou um módulo de elasticidade significativamente mais alto em comparação à espessura de 1 mm ($p < 0,05$). Para a adesão de microrganismos para *S. mutans*, no TETRIC o etanol reduziu a adesão em espessuras menores e aumentou em espessuras maiores, para o SHOFU a água e o MEK favoreceram a adesão bacteriana, especialmente em espessuras maiores. Já para *C. Albicans*, o etanol foi eficaz em reduzir a colonização fúngica em espessuras menores. Em contraste, o armazenamento a seco (baseline) favoreceu a adesão

de *C. albicans* no TETRIC de 0,5 mm e no SHOFU de 1 mm. O SHOFU mostrou ser menos suscetível à adesão fúngica, especialmente quando envelhecido em etanol na espessura de 1 mm e em baseline na espessura de 0,5 mm. Conclui-se que o envelhecimento, especialmente em diferentes soluções, afeta a rugosidade dos materiais dentários, com o TETRIC sendo mais sensível ao etanol e o SHOFU apresentando maior rugosidade quando exposto à água. A espessura não influenciou significativamente as alterações de rugosidade. A dureza e resistência à flexão apresentaram diferença significativa apenas para o tipo de material, não sendo afetadas pela espessura ou pelas condições de envelhecimento. O envelhecimento em etanol reduziu a rigidez dos materiais, enquanto o SHOFU exibiu maior módulo de elasticidade que o TETRIC, independentemente das condições. A espessura impactou mais o SHOFU, com maior rigidez na espessura de 0,5 mm, indicando maior resistência à deformação. A adesão bacteriana de *S. mutans* e *C. albicans* aos materiais TETRIC e SHOFU foi influenciada pela espessura e pelas condições de envelhecimento.

Palavras-chave: CAD-CAM; imersão; solventes.

ABSTRACT

Albergardi ABS. Influence of occlusal thickness of indirect restoration on the structural, mechanical and microbiological characteristics of ceramics with resin matrix for CAD/CAM, after addition of different organic solvents simulating food [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2025.

The aim of the present study was to evaluate the influence of the occlusal thickness of indirect restorations (0.5 mm – conservative restoration or 1.0 mm – conventional restoration) on the structural, mechanical, and microbiological characteristics of two resin-based ceramics for CAD/CAM, Tetric CAD – Ivoclar and SHOFU HC – Shofu Dental. The materials were polished with Optragloss and immersed for 7 days in organic solvents simulating food exposure (absolute ethanol, methyl ethyl ketone (MEK), and distilled water). A total of 112 specimens of each ceramic were fabricated, with different dimensions prepared to suit their respective analyses. The response variables included: 1) Structural analyses (surface roughness (Ra), Vickers microhardness (VHN), and scanning electron microscopy (SEM)); 2) Mechanical analyses (flexural strength (ρ) and modulus of elasticity (ME)); and 3) Microbiological analyses (quantification of cultivable cells (CFUs) and biofilm structure analysis using SEM). The data were analyzed using two-way ANOVA ($\alpha = 0.05$) followed by Tukey's test. Regarding Ra, the SHOFU material exhibited higher roughness than TETRIC only after aging in water ($p < 0.05$). For TETRIC, Ra increased after aging in ethanol compared to the baseline condition (dry storage) ($p < 0.05$). For SHOFU, Ra was significantly higher after aging in water compared to the other groups ($p < 0.05$). In terms of VHN and flexural strength, SHOFU showed higher values than TETRIC ($p < 0.05$), regardless of thickness or aging conditions. For ME, aging in ethanol resulted in lower modulus of elasticity values than in the other groups ($p < 0.05$). SHOFU exhibited a significantly higher modulus of elasticity than TETRIC ($p < 0.05$). Additionally, for SHOFU, the 0.5 mm thickness demonstrated a significantly higher modulus of elasticity compared to the 1.0 mm thickness ($p < 0.05$). Regarding microorganism adhesion, for *S. mutans*, ethanol reduced adhesion at smaller thicknesses and increased it at greater thicknesses for TETRIC. For SHOFU, water and MEK promoted bacterial adhesion, especially at greater thicknesses. For *C. albicans*, ethanol effectively reduced fungal colonization at smaller thicknesses. In contrast, dry storage (baseline) favored *C. albicans* adhesion in 0.5 mm TETRIC and 1 mm SHOFU. SHOFU was less susceptible to fungal adhesion, particularly after aging in ethanol at 1 mm thickness and in the baseline condition at 0.5 mm thickness. It was concluded that aging, especially in

different solutions, affects the roughness of dental materials, with TETRIC being more sensitive to ethanol and SHOFU presenting greater roughness when exposed to water. Thickness did not significantly influence roughness changes. Hardness and flexural strength showed significant differences only for the material type and were unaffected by thickness or aging conditions. Aging in ethanol reduced the stiffness of the materials, while SHOFU exhibited a higher modulus of elasticity than TETRIC, regardless of conditions. Thickness had a greater impact on SHOFU, with greater stiffness observed at 0.5 mm thickness, indicating higher resistance to deformation. The bacterial adhesion of *S. mutans* and *C. albicans* to TETRIC and SHOFU materials was influenced by thickness and aging conditions.

Keywords: CAD-CAM; immersion; solvente.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Delineamento experimental contendo materiais utilizados, tratamento de superfície, imersão nos solventes orgânicos simulando alimentos, distribuição, número dos espécimes, variáveis respostas e tempos das análises a serem realizadas	19
Figura 2 - 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)	36
Figura 3 - Microscopia eletrônica de varredura do biofilme misto de <i>S. mutans</i> e <i>C. albicans</i> na superfície da cerâmica TETRIC CAD (Ivoclar)	36
Figura 4 - Microscopia eletrônica de varredura da cerâmica SHOFU HC (Shofu Dental)	37
Figura 5 -Microscopia eletrônica de varredura da cerâmica TETRIC CAD (Ivoclar)	37

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Nome comercial, composição e fabricante das cerâmicas que serão utilizadas 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - ANOVA de dois fatores de rugosidade superficial para material, espessura, envelhecimento acelerado sob a influência de diferentes soluções e suas interações	27
Tabela 2 - Média $\pm$ desvio padrão de rugosidade superficial dos materiais Tetric e Shofu submetidos a envelhecimento acelerado em diferentes soluções, independente da espessura	28
Tabela 3 - ANOVA de dois fatores de dureza para material, espessura, envelhecimento acelerado sob a influência de diferentes soluções e suas interações	28
Tabela 4 - Média $\pm$ desvio padrão de dureza dos materiais Tetric e Shofu, independente da espessura e das condições de envelhecimento acelerado	29
Tabela 5 - ANOVA de dois fatores de resistência à flexão para material, espessura, envelhecimento acelerado sob a influência de diferentes soluções e suas interações	29
Tabela 6 - Média $\pm$ desvio padrão de resistência à flexão dos materiais Tetric e Shofu, independente da espessura e das condições de envelhecimento acelerado	29
Tabela 7 - ANOVA de dois fatores de módulo de elasticidade para material, espessura, envelhecimento acelerado sob a influência de diferentes soluções e suas interações	30
Tabela 8 - Média $\pm$ desvio padrão de módulo de elasticidade das diferentes condições de envelhecimento, independente da espessura e do material	31
Tabela 9 - Média $\pm$ desvio padrão de módulo de elasticidade dos materiais Tetric e Shofu em diferentes espessuras, independente das condições de envelhecimento acelerado	31
Tabela 10 - ANOVA de dois fatores de viabilidade de <i>S. mutans</i> ($\log_{10}$ UFC/mL) para material, espessura, envelhecimento acelerado sob a influência de diferentes soluções e suas interações	33
Tabela 11 - Média $\pm$ desvio padrão da viabilidade de <i>S. mutans</i> ($\log_{10}$ UFC/mL) nos materiais TETRIC e SHOFU em diferentes espessuras, submetido ao envelhecimento acelerado em diferentes soluções ou armazenado a seco por 24 h (baseline)	33
Tabela 12 - ANOVA de dois fatores de viabilidade de <i>C. albicans</i> ($\log_{10}$ UFC/mL) para material, espessura, envelhecimento acelerado sob a influência de diferentes soluções e suas interações	35
Tabela 13 - Média $\pm$ desvio padrão da viabilidade de <i>C. albicans</i> ($\log_{10}$ UFC/mL) nos materiais TETRIC e SHOFU em diferentes espessuras, submetido ao envelhecimento acelerado em diferentes soluções ou armazenado a seco por 24 h (baseline)	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	Análises Microbiológicas
ASD	Agar Sabouraud Dextrose
ATCC	American Type Culture Collection
BHI Agar	Agar Infusão de Cérebro e Coração
BIS-EMA	Bisfenol hidroxietil metacrilato.,
Bis-GMA	Bisfenol-A glicidil dimetacrilato
<i>C.albicans</i>	<i>Cândida Albicans</i>
CAD/CAM	Software de projeto assistido por computador e fabricação assistida por computador
FDA	Food and Drug Administration
ME	Módulo de elasticidade
MEK	Metiletilcetona
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
Mpa	Megapascal
NaCl	Cloreto de sódio
Ra	Rugosidade superficial
<i>S.mutans</i>	<i>Streptococcus Mutans</i>
SDB	Sabourud Dextrose Broth
SH	SHOFU HC
TEGDMA	Trietilenoglicol dimetacrilato;
UDMA	Uretano dimetacrilato;
UFCs	Unidades formadoras de colônia
VHN	Microdureza vickers
ρ	Resistência à flexão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	17
3 MATERIAL E MÉTODO	18
3.1 Cálculo Amostral	18
3.2 Delineamento	19
3.3 Formação dos Grupos	19
3.4 Fabricação dos Espécimes	20
3.5 Acabamento e Tratamentos de Superfície	21
3.6 Procedimentos de Envelhecimento In Vitro	21
3.7 Variáveis Resposta	21
3.8 Rugosidade Superficial-Ra	22
3.9 Microdureza Vickers (VHN)	22
3.10 Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	22
3.11 Resistência à Flexão (ρ)	23
3.12 Módulo de elasticidade (ME)	23
3.13 Cepas de Microrganismos e Condições de Crescimento	23
3.14 Substratos para Formação de Biofilme	24
3.15 Quantificação das Células Cultiváveis (UFCs)	24
3.16 Análise da Estrutura dos Biofilmes por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	25
3.17 Período de Análises	25
4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
5 RESULTADOS	27
5.1 Rugosidade Superficial	27
5.2 Dureza	28
5.3 Resistência à Flexão	29
5.4 Módulo de Elasticidade	30
5.5 Viabilidade Bacteriana	31
5.6 Análise da Estrutura dos Biofilmes por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)	36
6 DISCUSSÃO	38
7 CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia CAD/CAM (software de projeto assistido por computador e fabricação assistida por computador) tem sido amplamente empregada durante a última década na fabricação de restaurações dentárias indiretas, devido aos excelentes avanços obtidos pelo uso dessa tecnologia, tais como, processo de fabricação padronizado, que permite a fresagem de coroas monolíticas, alta precisão de adaptação das peças, restaurações altamente estéticas, composição mais homogênea e uniforme do material, redução do tempo e dos custos de produção.¹⁻⁶

Atualmente, há uma grande variedade de materiais disponíveis para fabricação de restaurações indiretas pelo sistema CAD/CAM. Dentre eles, os blocos de compósitos resinosos para CAD/CAM (*CAD/CAM resin composites*) têm se destacado pela crescente popularidade e demanda, devido aos seus inúmeros benefícios em comparação com as restaurações de cerâmicas vítreas, tais como: módulo de elasticidade próximo ao dos dentes naturais, possibilitando melhor distribuição de tensões durante a mastigação; facilidade de fresamento; menor abrasividade nos dentes naturais opostos; menor incidência de lascas e fratura durante a usinagem; sua menor fragilidade, o que torna menos propensos a falhas catastróficas durante o uso clínico; alta resistência de união aos cimentos resinosos, devido à semelhança na composição química entre ambos, garantindo excelente compatibilidade entre eles e estabilidade adesiva ao longo do tempo; além de facilidade de acabamento, polimento e reparo intraoral.⁷⁻¹⁴ Além disso, esses blocos apresentam propriedades físicas, mecânicas e biológicas superiores às das resinas compostas utilizadas em restaurações diretas. Isso se deve ao processo de produção industrial, que envolve polimerização prolongada em altas temperaturas e pressão, permitindo a incorporação de partículas de cargas maiores. Como resultado, obtém-se blocos com estruturas homogêneas e menos imperfeições, oferecendo uma performance superior.^{3,9,15}

A evolução constante dos materiais restauradores trouxe uma nova perspectiva sobre um fator importantíssimo para sucesso tratamento protético: a espessura oclusal da restauração da restauração. Considera-se que a espessura oclusal desempenha um papel fundamental na rigidez, longevidade e no sucesso clínico da prótese,^{10,16} influenciando diretamente a resistência mecânica, a distribuição de tensões e a translucidez da restauração.¹⁶⁻¹⁸ De acordo com os princípios de preparo mínimo do dente, deve-se preservar a máxima quantidade possível de tecido dental saudável. Com base nesse princípio, diversos

estudos têm sido realizados para avaliar a espessura mínima que as restaurações indiretas contemporâneas podem ter, mantendo sua resistência sob as cargas mastigatórias.^{10,13,16,19-21} Embora os fabricantes recomendem uma espessura oclusal de 1,5 mm para coroas totais em regiões posteriores, o estudo de Dapieve et al.¹⁷ demonstrou, após teste de fadiga acelerada, uma alta taxa de sobrevida em coroas de compósitos resinosos para CAD/CAM com espessura oclusal de apenas 1,0 mm. Além disso, os avanços na tecnologia odontológica e nos materiais restauradores indiretos permitiram a realização de restaurações mais conservadoras e ultrafinas, com espessura variando de 0,3 a 0,5 mm, especialmente em reabilitações estéticas.^{13,22} No entanto, há poucas informações sobre a influência da espessura oclusal na longevidade das restaurações indiretas, principalmente as monolíticas em compósitos resinosos para CAD/CAM.

Apesar dos avanços nos materiais restauradores, é importante considerar que, ao longo de sua vida útil, esses materiais interagem constantemente com o ambiente bucal, sendo expostos a flutuações químicas, físicas, mecânicas e microbiológicas. Essas condições podem comprometer sua integridade e durabilidade, já que os materiais são continuamente expostos a líquidos naturais ou induzidos por produtos dietéticos e de higiene.^{9,23,24}

Os materiais à base de resina composta passam por um processo de envelhecimento intrínseco e dinâmico após sua colocação na cavidade bucal, devido à ação de diversos compostos que promovem a hidrólise das resinas dentais, como enzimas, álcoois e ácidos.^{9,25-27} Para simular o ambiente químico bucal e testar a durabilidade desses materiais, são utilizados solventes orgânicos aprovados pela Food and Drug Administration (FDA), como o etanol e o metiletilcetona.^{9,23,24,28} O etanol, presente em bebidas alcoólicas, é um método eficaz de envelhecimento artificial, simulando a degradação das propriedades mecânicas dos compósitos à base de resina.^{2,27,29} O MEK, encontrado naturalmente em frutas, vegetais, laticínios e mel.² Já a água destilada simula o ambiente úmido proporcionado pela saliva.^{30,31}

Nesse contexto, é fundamental entender o impacto da espessura oclusal, da qualidade do polimento superficial e da exposição a solventes orgânicos simulando alimentos nas propriedades estruturais, mecânicas e microbiológicas das restaurações indiretas em blocos de compósitos resinosos para CAD/CAM, a fim de garantir próteses clinicamente bem-sucedidas e duráveis.

7 CONCLUSÃO

Diante das limitações do presente estudo, conclui-se que:

- O envelhecimento, especialmente em diferentes soluções, afeta a rugosidade dos materiais dentários, com o TETRIC sendo mais sensível ao etanol e o SHOFU apresentando maior rugosidade quando exposto à água. A espessura não influenciou significativamente as alterações de rugosidade.
- A dureza e resistência à flexão apresentaram diferença significativa apenas para o tipo de material, não sendo afetadas pela espessura ou pelas condições de envelhecimento.
- O envelhecimento em etanol reduziu a rigidez dos materiais, enquanto o SHOFU exibiu maior módulo de elasticidade que o TETRIC, independentemente das condições. A espessura impactou mais o SHOFU, com maior rigidez na espessura de 0,5 mm, indicando maior resistência à deformação.
- A adesão bacteriana de *S. mutans* e *C. albicans* aos materiais TETRIC e SHOFU foi influenciada pela espessura e pelas condições de envelhecimento.

REFERÊNCIAS*

1. Grzebieluch, W., Mikulewicz, M., & Kaczmarek, U. (2021). Resin composite materials for chairside CAD/CAM restorations: a comparison of selected mechanical properties. *Journal of Healthcare Engineering*, 2021, 8828954.
2. Ducke, V. M., & Ilie, N. (2021). Aging behavior of high-translucent CAD/CAM resin-based composite blocks. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 115, 104269.
3. Mendonca, A. F., Shahmoradi, M., Gouvêa, C. V. D., Souza, G. M., & Ellakwa, A. (2019). Microstructural and mechanical characterization of CAD/CAM materials for monolithic dental restorations. *Journal of Prosthodontics*, 28(2), e587-e594.
4. Spitznagel, F. A., Boldt, J., & Gierthmuehlen, P. C. (2018). CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. *Journal of Dental Research*, 97(10), 1082-1091.
5. Lauvahutanon, S., Takahashi, H., Shiozawa, M., Iwasaki, N., Asakawa, Y., Oki, M., Finger, W. J., & Arksornnukit, M. (2014). Mechanical properties of composite resin blocks for CAD/CAM. *Dental Materials Journal*, 33(5), 705-710.
6. Zhang, Y., Lee, J. J., Srikanth, R., & Lawn, B. R. (2013). Edge chipping and flexural resistance of monolithic ceramics. *Dental Materials*, 29(12), 1201-1208.
7. Mokhtar, M. M., Farahat, D. S., Eldars, W., & Osman, M. F. (2022). Physico-mechanical properties and bacterial adhesion of resin composite CAD/CAM blocks: An in-vitro study. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 14(5), e413-e419.
8. Mainjot, A. K., Dupont, N. M., Oudkerk, J. C., Dewael, T. Y., & Sadoun, M. J. (2016). From artisanal to CAD-CAM blocks: state of the art of indirect composites. *Journal of Dental Research*, 95(5), 487–495. 14.
9. Farahat, D. S., & El-Wassefy, N. A. (2022). Effects of food-simulating solutions on the surface properties of two CAD/CAM resin composites. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 14(10), e782-e790.
10. Machry, R. V., Dapieve, K. S., Valcanaia, A., Pereira, G. K. R., Bottino, M. C., & Valandro, L. F. (2022). Thickness and internal adjustment of monolithic resin composite

* Normalizado de acordo com a American Psychological Association (APA)

milled crowns: Effect on the load-bearing capacity under fatigue. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 134, 105407.

11. Şişmanoğlu, S., Gürcan, A. T., Yıldırım-Bilmez, Z., Turunç-Oğuzman, R., & Gümüştas, B. (2020). Effect of surface treatments and universal adhesive application on the microshear bond strength of CAD/CAM materials. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 12(1), 22-32.
12. Rosentritt, M., Krifka, S., Strasser, T., & Preis, V. (2020). Fracture force of CAD/CAM resin composite crowns after in vitro aging. *Clinical Oral Investigations*, 24(7), 2395-2401.
13. Dal Piva, A. M. O., Tribst, J. P. M., Borges, A. L. S., Souza, R. O. A. E., & Bottino, M. A. (2018). CAD-FEA modeling and analysis of different full crown monolithic restorations. *Dental Materials*, 34(9), 1342-1350.
14. Ruse, N. D., & Sadoun, M. J. (2014). Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *Journal of Dental Research*, 93(12), 1232-1234.
15. Awada, A., & Nathanson, D. (2015). Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 114(4), 587-593.
16. Acar, D. H., & Kalyoncuoğlu, E. (2021). The fracture strength of endocrowns manufactured from different hybrid blocks under axial and lateral forces. *Clinical Oral Investigations*, 25(4), 1889-1897.
17. Dapieve, K. S., Machry, R. V., Pereira, G. K. R., Venturini, A. B., Valcanaia, A., Bottino, M. C., & Valandro, L. F. (2021). Alumina particle air-abrasion and aging effects: Fatigue behavior of CAD/CAM resin composite crowns and flexural strength evaluations. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 121, 104592.
18. Hampe, R., Theelke, B., Lümke, N., Eichberger, M., & Stawarczyk, B. (2019). Fracture toughness analysis of ceramic and resin composite CAD/CAM material. *Operative Dentistry*, 44(4), E190-E201.
19. Aktas, G., Yerlikaya, H., & Akca, K. (2018). Mechanical failure of endocrowns manufactured with different ceramic materials: an in vitro biomechanical study. *Journal of Prosthodontics*, 27(4), 340-346.
20. Pucci, C. R., Mafetano, A. P. V. P., Borges, A. L. S., de Andrade, G. S., Dal Piva, A. M. O., Kleverlaan, C. J., & Tribst, J. P. M. (2023). Substrate rigidity effect on CAD/CAM

restorations at different thicknesses. *European Journal of Dentistry*, 17(4), 1020-1028.

21. Albelasy, E., Hamama, H. H., Tsoi, J. K. H., & Mahmoud, S. H. (2021). Influence of material type, thickness and storage on fracture resistance of CAD/CAM occlusal veneers. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 119, 104485.
22. Sari, T., Ural, C., Yüzbaşıoğlu, E., Duran, I., Cengiz, S., & Kavut, I. (2018). Color match of a feldspathic ceramic CAD-CAM material for ultrathin laminate veneers as a function of substrate shade, restoration color, and thickness. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 119(3), 455-460.
23. Bragança, G. F., Mazão, J. D., Versluis, A., & Soares, C. J. (2021). Effect of luting materials, presence of tooth preparation, and functional loading on stress distribution on ceramic laminate veneers: a finite element analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 125(5), 778-787.
24. Ionescu, A. C., Brambilla, E., Pires, P. M., López-Castellano, A., Alambiaga-Caravaca, A. M., Lenardi, C., & Sauro, S. (2022). Physical-chemical and microbiological performances of graphene-doped PMMA for CAD/CAM applications before and after accelerated aging protocols. *Dental Materials*, 38(9), 1470-1481.
25. Moraes, R.R., Cenci, M.S., & Schneider, L.F.J. (2018). Clinical longevity of direct resin composite restorations. In V. Miletic (Ed.), *Dental composite materials for direct restorations* (pp. 269-288). Springer, Cham.
26. Blanch-Martínez, N., Arias-Herrera, S., & Martínez-González, A. (2021). Behavior of polyether-ether-ketone (PEEK) in prostheses on dental implants: a review. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*, 13(5), e520-e526.
27. Szczesio-Włodarczyk, A., Sokolowski, J., Kleczewska, J., & Bociong, K. (2020). Ageing of dental composites based on methacrylate resins-a critical review of the causes and method of assessment. *Polymers*, 12(4), 882.
28. Heintze, S. D., Ilie, N., Hickel, R., Reis, A., Loguercio, A., & Rousson, V. (2017). Laboratory mechanical parameters of composite resins and their relation to fractures and wear in clinical trials: a systematic review. *Dental Materials*, 33(3), e101-e114.
29. Babaier, R., Watts, D. C., & Silikas, N. (2022). Effects of three food-simulating liquids on the roughness and hardness of CAD/CAM polymer composites. *Dental Materials*, 38(5), 874-

885.

30. Par, M., Tarle, Z., Hickel, R., & Ilie, N. (2019). Mechanical properties of experimental composites containing bioactive glass after artificial aging in water and ethanol. *Clinical Oral Investigations*, 23(6), 2733-2741.
31. Kedici Alp, C., Arslandaş Dinçtürk, B., & Altınışik, H. (2023). The effect of food-simulating liquids on surface features of single-shade universal composites: an in vitro study. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 13(2), 157-165.
32. Fatemi, F. S., Vojdani, M., & Khaledi, A. A. R. (2019). The effect of food-simulating agents on the bond strength of hard chairside reline materials to denture base resin. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), e357-e363.
33. Catanoze, I. A., Souza, H. S., Araújo, R. C., Limírio, J. P. J. D. O., Duque, C., Santos, P. H., Pesqueira, A. A., & Guiotti, A. M. (2022). Analysis of biofilm adhesion on CAD/CAM lithium disilicates under different types of intraoral polishing. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 30(2), 87-95.
34. Picolo, M. Z. D., Kury, M., Romário-Silva, D., Rosalen, P. L., Pecorari, V. G. A., Gianinni, M., & Cavalli, V. (2023). Effects of gastric acid and mechanical toothbrushing in CAD-CAM restorative materials: mechanical properties, surface topography, and biofilm adhesion. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 138, 105606.
35. Bitencourt, S. B., Santos, D. M., Bastos-Bitencourt, N. A., Rangel, E. C., Cruz, N. C., Bonfante, E. A., Souza, G. M., & Pesqueira, A. A. (2021). Surface characterization of different surface treatments associations with plasma and bonding analysis of Y-TZP and the veneering ceramic. *Dental Materials*, 37(12), 1873-1883.
36. Shibasaki, P. A. N., Cavalli, V., Oliveira, M. C., Barbosa, J. P., Gomes Boriollo, M. F., & Marcondes Martins, L. R. (2023). Influence of surface treatment on the physical properties and biofilm formation of zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: in vitro trial. *The International Journal of Prosthodontics*, 36(4), 460-468.
37. Munusamy SM, Yap AU, Ching HL, Yahya NA. Degradation of Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing Composites by Dietary Solvents: An Optical Three-dimensional Surface Analysis. *Oper Dent*. 2020 Jul 1;45(4):E176-E184. doi: 10.2341/19-070-L. PMID: 32101500.

38. Fuchs, F., Schmidtke, J., Hahnel, S., & Koenig, A. (2023). The influence of different storage media on Vickers hardness and surface roughness of CAD/CAM resin composites. *Journal of Materials Science. Materials in Medicine*, 34(3), 13.
39. Eweis, A. H., Yap, A. U., & Yahya, N. A. (2017). Dynamic analysis of bulk-fill composites: effect of food-simulating liquids. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 74, 183-188.
40. Bollen, C. M., Lambrechts, P., & Quirynen, M. (1997). Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dental Materials*, 13(4), 258-269.
41. Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, van Steenberghe D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res*. 1996 Sep;7(3):201-11. doi: 10.1034/j.1600-0501.1996.070302.x. PMID: 9151584.
42. Janyavula S, Lawson N, Cakir D, Beck P, Ramp LC, Burgess JO. The wear of polished and glazed zirconia against enamel. *J Prosthet Dent*. 2013 Jan;109(1):22-9. doi: 10.1016/S0022-3913(13)60005-0. Erratum in: *J Prosthet Dent*. 2015 Jul;114(1):159. Lawson, Nathaniel [corrected to Lawson, Nathaniel C]. PMID: 23328193.
43. Elmaria, A., Goldstein, G., Vijayaraghavan, T., Legeros, R. Z., & Hittelman, E. L. (2006). An evaluation of wear when enamel is opposed by various ceramic materials and gold. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 96(5), 345-353.
44. Batmaz SG, Karakaş SN, Küden C. Surface characteristics and bacterial adhesion on single-shade composite resins: A comparative in vitro study of one-step versus multi-step polishing techniques. *Dent Mater J*. 2024 Oct 26
45. Vichi A, Balestra D, Scotti N, Louca C, Paolone G. Translucency of CAD/CAM and 3D Printable Composite Materials for Permanent Dental Restorations. *Polymers (Basel)*. 2023 Mar 15;15(6):1443. doi: 10.3390/polym15061443. PMID: 36987234; PMCID: PMC10053127.
46. Papathanasiou I, Kamposiora P, Dimitriadis K, Papavasiliou G, Zinelis S. In vitro evaluation of CAD/CAM composite materials. *J Dent*. 2023 Sep;136:104623. doi: 10.1016/j.jdent.2023.104623. Epub 2023 Jul 17. PMID: 37459951

47. Cattani-Lorente, M. A., Dupuis, V., Moya, F., Payan, J., & Meyer, J. M. (1999). Comparative study of the physical properties of a polyacid-modified composite resin and a resin-modified glass ionomer cement. *Dental Materials*, 15(1), 21-32.
48. Soderholm KJ. Leaking of fillers in dental composites. *J Dent Res*. 1983;62:126–30. doi: 10.1177/00220345830620020801
49. El-Safty, S., Akhtar, R., Silikas, N., & Watts, D. C. (2012). Nanomechanical properties of dental resin-composites. *Dental Materials*, 28(12), 1292-1300.
50. Santos, D., Vechiato-Filho, A., Pesqueira, A., Guiotti, A., Rangel, E., Cruz, N. & Goiato, M. (2016). Effect of nonthermal plasma treatment on the surface of dental resins immersed in artificial saliva. *Journal of Polymer Engineering*, 36(8), 785-793.
51. Elsaka, S. E., & Elnaghy, A. M. (2016). Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dental Materials*, 32(7), 908-914.
52. Bona A Della, Anusavice KJ, DeHoff PH. Weibull analysis and flexural strength of hot-pressed core and veneered ceramic structures. *Dent Mater*. 2003 Nov;19(7):662–9.
53. Schlichting, L. H., Maia, H. P., Baratieri, L. N., & Magne, P. (2011). Novel-design ultra-thin CAD/CAM composite resin and ceramic occlusal veneers for the treatment of severe dental erosion. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 105(4), 217-226.
54. Rekow, E. D., Harsono, M., Janal, M., Thompson, V. P., & Zhang, G. (2006). Factorial analysis of variables influencing stress in all-ceramic crowns. *Dental Materials*, 22(2), 125-132.
55. Egbert, J. S., Johnson, A. C., Tantbirojn, D., & Versluis, A. (2015). Fracture strength of ultrathin occlusal veneer restorations made from CAD/CAM composite or hybrid ceramic materials. *Oral Science International*, 12(2), 53-58.
56. Della Bona, A., Corazza, P. H., & Zhang, Y. (2014). Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dental Materials*, 30(5), 564-569.
57. Alshabib, A., Silikas, N., & Watts, D. C. (2019). Hardness and fracture toughness of resin-composite materials with and without fibers. *Dental Materials*, 35(8), 1194-1203.
58. Magne, P., Stanley, K., & Schlichting, L. H. (2012). Modeling of ultrathin occlusal veneers. *Dental Materials*, 28(7), 777-782.

59. Ruggiero, M. M., Soares Gomes, R., Pedroso Bergamo, E. T., Freitas, M. I. M., Bonfante, E. A., & Del Bel Cury, A. A. (2021). Resin-matrix ceramics for occlusal veneers: Effect of thickness on reliability and stress distribution. *Dental Materials*, 37(3), e131-e139.
60. Hahnel, S., Rosentritt, M., Handel, G., & Bürgers, R. (2009). Surface characterization of dental ceramics and initial streptococcal adhesion in vitro. *Dental Materials*, 25(8), 969-975.
61. Mesquita, R. V., Axmann, D., & Geis-Gerstorfer, J. (2006). Dynamic visco-elastic properties of dental composite resins. *Dental Materials*, 22(3), 258-267.
62. Zioupos, P., & Currey, J. D. (1998). Changes in the stiffness, strength, and toughness of human cortical bone with age. *Bone*, 22(1), 57-66.
63. Machnick, T. K., Torabinejad, M., Munoz, C. A., & Shabahang, S. (2003). Effect of MTAD on flexural strength and modulus of elasticity of dentin. *Journal of Endodontics*, 29(11), 747-750.
64. Yan, J., Taskonak, B., & Mecholsky, J. J., Jr (2009). Fractography and fracture toughness of human dentin. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 2(5), 478-484
65. Souza, J. G. S., Beline, T., Matos, A. O., Costa Oliveira, B. E., Ricomini-Filho, A. P., & Barão, V. A. R. (2018). Electrochemical behavior of titanium exposed to a biofilm supplemented with different sucrose concentrations. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(2), 290-298.
66. Kumari, C. M., Bhat, K. M., Bansal, R., Singh, N., Anupama, A., & Lavanya, T. (2019). Evaluation of surface roughness and hardness of newer nanoposterior composite resins after immersion in food-simulating liquids. *Contemporary Clinical Dentistry*, 10(2), 289-293.
67. Ayad, N. M., Bahgat, H. A., Al Kaba, E. H., & Buholayka, M. H. (2017). Food simulating organic solvents for evaluating crosslink density of bulk fill composite resin. *International Journal of Dentistry*, 2017, 1797091.
68. Marghalani, H. Y., & Watts, D. C. (2013). Viscoelastic stability of resin-composites aged in food-simulating solvents. *Dental Materials*, 29(9), 963-970.
69. Budtz-Jørgensen E. (1974). The significance of *Candida albicans* in denture stomatitis. *Scandinavian Journal of Dental Research*, 82(2), 151-190.
70. Arendorf, T. M., & Walker, D. M. (1987). Denture stomatitis: a review. *Journal of Oral*

Rehabilitation, 14(3), 217-227.

71. Ramage, G., Tomsett, K., Wickes, B. L., López-Ribot, J. L., & Redding, S. W. (2004). Denture stomatitis: a role for *Candida* biofilms. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics*, 98(1), 53-59.
72. Nikawa, H., Yamamoto, T., Hayashi, S., Nikawa, Y., & Hamada, T. (1994). Growth and/or acid production of *Candida albicans* on soft lining materials in vitro. *Journal of Oral Rehabilitation*, 21(5), 585-594.
73. Radford, D. R., Challacombe, S. J., & Walter, J. D. (1999). Denture plaque and adherence of *Candida albicans* to denture-base materials in vivo and in vitro. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 10(1), 99-116.
74. Nevzatoğlu, E. U., Ozcan, M., Kulak-Ozkan, Y., & Kadir, T. (2007). Adherence of *Candida albicans* to denture base acrylics and silicone-based resilient liner materials with different surface finishes. *Clinical Oral Investigations*, 11(3), 231-236.
75. Pereira-Cenci, T., Cury, A. A., Cenci, M. S., & Rodrigues-Garcia, R. C. (2007). In vitro *Candida* colonization on acrylic resins and denture liners: influence of surface free energy, roughness, saliva, and adhering bacteria. *The International Journal of Prosthodontics*, 20(3), 308-310.
76. Hahnel, S., Rosentritt, M., Handel, G., & Bürgers, R. (2009). In vitro evaluation of artificial ageing on surface properties and early *Candida albicans* adhesion to prosthetic resins. *Journal of materials science. Materials in Medicine*, 20(1), 249-255
77. Bragança, G. F., Mazão, J. D., Versluis, A., & Soares, C. J. (2021). Effect of luting materials, presence of tooth preparation, and functional loading on stress distribution on ceramic laminate veneers: a finite element analysis. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 125(5), 778-787
78. Cazzaniga, G., Ottobelli, M., Ionescu, A. C., Paolone, G., Gherlone, E., Ferracane, J. L., & Brambilla, E. (2017). In vitro biofilm formation on resin-based composites after different finishing and polishing procedures. *Journal of Dentistry*, 67, 43-52.