

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**Resistência ao desgaste de dentes artificiais impressos 3D e fresados CAD/CAM  
versus pré-fabricados para base de dentaduras: Uma revisão sistemática e meta-  
análise**

**Campo Grande – MS**

**2025**

**Natália Clagnam da Silva**

**Resistência ao desgaste de dentes artificiais impressos 3D e fresados CAD/CAM  
versus pré-fabricados para base de dentaduras: Uma revisão sistemática e meta-  
análise**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Odontologia da Faculdade de  
Odontologia da Universidade  
Federal de Mato Grosso do Sul para  
obtenção do título de Bacharel em  
Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Victor Augusto  
Alves Bento.

**Campo Grande – MS**

**2025**

**Natália Clagnam da Silva**

**Resistência ao desgaste de dentes artificiais impressos 3D e fresados CAD/CAM  
versus pré-fabricados para base de dentaduras: Uma revisão sistemática e meta-  
análise**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de  
Odontologia da Faculdade de  
Odontologia da Universidade  
Federal de Mato Grosso do Sul para  
obtenção do título de Bacharel em  
Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Victor Augusto  
Alves Bento.

**Resultado:**

**Campo Grande (MS), \_\_\_\_\_, de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.**

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Dr. Victor Augusto Alves Bento (Presidente)**

**Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Juliana Squizatto Leite**

**Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS**

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiane Miranda Manzoli**

**Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS**

---

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, José Donizete Dutra da Silva e Sueli Clagnam da Silva, e à minha irmã, Kellen Clagnam da Silva, dedico este trabalho com profunda gratidão. Obrigado por acreditarem em mim, por me guiarem com exemplo e por serem o alicerce de minha vida. Vocês são, e sempre serão, o maior amor da minha vida!

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que sempre esteve ao meu lado me fortalecendo e me direcionando, sem sua presença nada disso seria possível. Obrigada por guiar cada passo meu, iluminar minhas escolhas e me sustentar nos momentos de dificuldade, oferecendo força, esperança e fé para seguir sempre em frente.

Agradeço à minha família, minha maior inspiração. A força e o amor de vocês me guiaram até aqui. Obrigada por sempre me incentivarem a ser uma pessoa melhor, por me apoiarem incondicionalmente, por nunca medirem esforços para tornar tudo isso possível e por me confortarem nos momentos de ansiedade. Tenho plena certeza de que, sem vocês, esta conquista jamais teria sido possível.

Ao meu noivo, Thales, por ser meu maior apoiador e incentivador. Obrigada por ser um exemplo de determinação e coragem, por me motivar a nunca desistir e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidava. Seu amor e carinho nos momentos de dificuldade tornaram os desafios mais leves, e sua presença foi fundamental para que esta conquista se tornasse realidade. Sou imensamente grata por caminhar ao seu lado e por compartilhar comigo esta etapa tão importante da minha vida.

Ao meu orientador, Victor Augusto Alves Bento, expresso meu sincero agradecimento pela orientação, paciência e dedicação ao longo de toda a realização deste trabalho. Sua experiência, ensinamentos e conselhos foram fundamentais. Sou grata por todo o apoio, confiança, amizade e incentivo, que tornaram esta conquista possível. Mais do que um professor, você se tornou um amigo muito querido.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, à FAODO, e a todos os professores e funcionários que contribuíram de forma significativa para esta etapa tão importante da minha vida, expresso meu mais sincero agradecimento.

*“Confia ao Senhor as tuas  
obras, e teus pensamentos serão  
estabelecidos.”*

**Provérbios 16:3**

## RESUMO

**Silva NC. Resistência ao desgaste de dentes artificiais impressos 3D e fresados CAD/CAM versus pré-fabricados para base de dentaduras: Uma revisão sistemática e meta-análise. Campo Grande 2025. [Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul].**

**Objetivo.** Avaliar a resistência ao desgaste de dentes artificiais impressos 3D e fresados CAD/CAM em comparação aos pré-fabricados para base de dentaduras.

**Materiais e Métodos.** Essa revisão sistemática e meta-análise foi realizada de acordo com as recomendações PRISMA. Uma questão PICO foi formulada: “Dentes artificiais de dentaduras impressos 3D e fresados CAD/CAM apresentam maior resistência ao desgaste que dentes pré-fabricados? Foi utilizado as bases de dados PubMed/MEDLINE, Embase, Web of Science, Cochrane Library e ProQuest, sem restrição de idioma ou data de publicação. A avaliação crítica do Joanna Briggs Institute (JBI) foi utilizada para avaliar o risco de viés dos estudos. Foi realizada uma meta-análise baseada no método de variância inversa (IV), considerando os desfechos contínuos, avaliados pela diferença média (DM) e com um intervalo de confiança (IC) de 95% ( $\alpha=0,05$ ).

**Resultados.** A busca eletrônica nas bases de dados resultou em um total de 1.138 estudos. Um total 8 estudos in vitro foram incluídos, publicados do ano de 2020 até 2025, sendo avaliado um total de 450 amostras de dentes para dentadura. A meta-análise da resistência ao desgaste volumétrico apresentou não haver diferença significativa entre dentes pré-fabricados convencionais e CAD/CAM ( $P = 0.57$ ; MD: 0.31; IC 95%: -0.76 a 1.38;  $I^2=89\%$ ,  $P < 0.001$ ). A meta-análise da resistência ao desgaste linear apresentou não haver diferença significativa entre dentes pré-fabricados convencionais e CAD/CAM ( $P = 0.06$ ; MD: 1.02; IC 95%: -0.06 a 2.10;  $I^2=92\%$ ,  $P < 0.001$ ).

**Conclusão.** Conclui-se que a resistência ao desgaste de dentes impressos 3D e fresados CAD/CAM apresentam semelhança aos dentes pré-fabricados para dentaduras, no entanto, os impressos 3D tendem a uma menor resistência.

**Palavras-chaves:** Dentaduras, Desgaste dos dentes, Desenho Assistido por Computador.

## ABSTRACT

**Silva NC. Wear resistance of 3D printed and CAD/CAM milled artificial teeth versus prefabricated teeth for denture bases: A systematic review and meta-analysis.**

**Campo Grande 2025. [Undergraduate Thesis – Federal University of Mato Grosso do Sul].**

**Objective.** To evaluate the wear resistance of 3D printed and CAD/CAM milled artificial teeth compared to prefabricated teeth for denture bases.

**Materials and Methods.** This systematic review and meta-analysis was performed in accordance with PRISMA recommendations. A PICO question was formulated: “Do 3D-printed and CAD/CAM-milled artificial denture teeth exhibit greater wear resistance than prefabricated teeth?” The PubMed/MEDLINE, Embase, Web of Science, Cochrane Library, and ProQuest databases were used, without restriction of language or publication date. The Joanna Briggs Institute (JBI) critical appraisal was used to assess the risk of bias in the studies. A meta-analysis based on the inverse variance (IV) method was performed, considering continuous outcomes, assessed by mean difference (MD) and with a 95% confidence interval (CI) ( $\alpha=0.05$ ).

**Results.** The electronic search in the databases resulted in a total of 1,138 studies. A total of 8 in vitro studies were included, published from 2020 to 2025, evaluating a total of 450 denture tooth samples. The meta-analysis of volumetric wear resistance showed no significant difference between conventional prefabricated teeth and CAD/CAM ( $P = 0.57$ ;  $MD: 0.31$ ; 95% CI:  $-0.76$  to  $1.38$ ;  $I^2 = 89\%$ ,  $P < 0.001$ ). The meta-analysis of linear wear resistance showed no significant difference between conventional prefabricated teeth and CAD/CAM ( $P = 0.06$ ;  $MD: 1.02$ ; 95% CI:  $-0.06$  to  $2.10$ ;  $I^2 = 92\%$ ,  $P < 0.001$ ).

**Conclusion.** It is concluded that the wear resistance of 3D printed and CAD/CAM milled teeth is similar to that of prefabricated denture teeth; however, 3D printed teeth tend to have lower resistance.

**Keywords:** Dentures, Tooth wear, Computer-Aided Design.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Descritores e palavras-chave utilizados na estratégia de busca nas bases de dados.....	17
<b>Tabela 2</b> – Estudos excluídos e motivos de exclusão.....	20
<b>Tabela 3</b> – Características dos estudos in vitro incluídos.....	22
<b>Tabela 4</b> – Resultado do risco de viés da Avaliação Crítica da JBI para estudos experimentais não randomizados.....	28

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Resultado da estratégia de busca eletrônica nas bases de dados.....	20
<b>Figura 2</b> – Gráfico Forest Plot. Resultado: Desgaste volumétrico (Pré-fabricados versus CAD/CAM). IV: Inverse Variance; RE: Random Effects.....	29
<b>Figura 3</b> – Gráfico Forest Plot. Resultado: Desgaste linear (Pré-fabricados versus CAD/CAM). IV: Inverse Variance; RE: Random Effects.....	30

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CAD/CAM – *Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing.*

MEV – Microscopia Eletrônica de Varredura.

PMMA – Polimetilmetacrilato.

STL – *Standard Triangle Language.*

## SUMÁRIO

<b>1. IMPLICAÇÃO CLÍNICA.....</b>	<b>12</b>
<b>2. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>20</b>
<b>5. DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÂNCIAS.....</b>	<b>36</b>
<b>ANEXO 1 – NORMAS CHECK-LIST PRISMA (2020).....</b>	<b>41</b>
<b>ANEXO 2 – NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA.....</b>	<b>44</b>

## **1. IMPLICAÇÃO CLÍNICA**

O desgaste de dentes artificiais pré-fabricados em dentaduras é um evento frequente entre os usuários desse tipo de prótese, sendo influenciado por hábitos deletérios, como bruxismo, apertamento dentário e mastigação de objetos duros. A baixa resistência dos materiais utilizados agrava esses efeitos, reduzindo significativamente a durabilidade das dentaduras. Nesse contexto, novas tecnologias de fabricação, como o sistema digital CAD/CAM, surgem como alternativas promissoras para aprimorar as propriedades físicas e mecânicas dos dentes artificiais, aumentando a longevidade das dentaduras, assim, desempenhando papel crucial na indicação clínica.

## 2. INTRODUÇÃO

A perda total dos dentes, ou edentulismo, permanece como um grande desafio de saúde pública global, intensificado pelo aumento da expectativa de vida e pelo crescimento populacional. Esse cenário resulta em uma expansão da população idosa, grupo mais vulnerável à perda dentária.<sup>1</sup> Estimativas indicam que, até 2050, o número de pessoas desdentadas no mundo poderá alcançar aproximadamente 661 milhões, representando um aumento superior a 300 milhões de casos em relação a 2021.<sup>2</sup> Diante dessas transformações demográficas e epidemiológicas, torna-se essencial que os serviços de saúde se organizem para atender à crescente demanda por reabilitação oral, garantindo qualidade tanto nos aspectos funcionais quanto estéticos.<sup>3</sup>

Mesmo em pacientes com boa saúde geral, a ausência de dentes pode comprometer significativamente a vida cotidiana, afetando a mastigação, a fala, a estética e a autoestima.<sup>3,4</sup> Tais alterações podem gerar consequências físicas, funcionais e psicológicas, culminando na redução da qualidade de vida.<sup>4</sup> Além disso, evidências recentes indicam que a perda dentária está associada ao estado nutricional em adultos.<sup>5,6</sup> Indivíduos com edentulismo parcial ou total apresentam maior risco de desnutrição ou de deficiências nutricionais, evidenciando a importância da reabilitação oral para a manutenção da saúde geral.<sup>5</sup> Nesse contexto, dentaduras de baixa qualidade ou mal ajustadas podem comprometer a capacidade da mastigação, reduzir a qualidade de vida relacionada à saúde oral e, consequentemente, impactar a saúde geral do paciente, alterando parâmetros como a composição corporal e influenciando negativamente seu bem-estar físico.<sup>6</sup>

Atualmente, as dentaduras são predominantemente confeccionadas em polimetilmetacrilato (PMMA), material que apresenta tanto vantagens quanto limitações em sua aplicação.<sup>7</sup> Em comparação a outros materiais, o PMMA destaca-se pelo baixo

custo e pela facilidade de manipulação, podendo ser processado com equipamentos simples. Tais características justificam sua ampla e contínua utilização na odontologia protética.<sup>8</sup> Nesse contexto, o avanço de novas tecnologias busca contornar as limitações existentes, permitindo a produção de reconstruções dentárias mais consistentes e livres de defeitos. Entre essas abordagens, destaca-se o sistema de design e manufatura assistidos por computador (CAD/CAM).<sup>9</sup>

Pesquisas apontam que as bases de dentaduras produzidas a partir de discos de PMMA por fresagem apresentam desempenho mecânico aprimorado, superfície mais homogênea e lisa, além de melhor adaptação aos tecidos de suporte quando comparadas às dentaduras convencionais.<sup>8-10</sup> Já as confeccionadas pelo método de impressão 3D demonstram maior precisão, agilidade no processo de fabricação e adaptação tecidual superior.<sup>7,10</sup> Nesse sentido, a duração das dentaduras é determinada em grande parte pelo material de fabricação, sendo responsáveis por resistir às pressões mastigatórias sem se deformar, permitindo que a prótese continue funcionando de maneira eficaz e promovam maior conforto e bem-estar ao usuário.<sup>11</sup>

A resistência ao desgaste dos dentes artificiais pode ser influenciada por diversos fatores, como o tipo de alimento ingerido, comportamentos disfuncionais, como o bruxismo, intensidade da força mastigatória, padrão de mastigação e propriedades físicas do material do dente artificial.<sup>12</sup> O desgaste excessivo pode provocar alterações na relação entre as arcadas, comprometendo a dimensão vertical de oclusão, reduzindo a eficiência mastigatória, causando tensão muscular e favorecendo disfunções na articulação temporomandibular.<sup>13</sup> A escolha de materiais com alta durabilidade frente ao desgaste é essencial para preservar a funcionalidade e prolongar a vida útil das dentaduras.<sup>14</sup>

Estudos *in vitro* têm utilizado diversos materiais para avaliar a resistência ao desgaste dos dentes artificiais de dentaduras convencionais e fabricadas por tecnologia CAD/CAM, utilizando zircônia, cobalto-cromo, esferas de aço inoxidável, metais incorporados e dentes naturais como materiais antagonistas, simulando condições clínicas.<sup>15-18</sup> Os resultados, contudo, são divergentes: alguns apontam maior resistência dos dentes pré-fabricados convencionais em comparação aos impressos em 3D ou fresados,<sup>15,16</sup> enquanto outros apresentam resultados opostos, não havendo, até o momento, consenso na literatura.<sup>18,19</sup>

Diante do exposto, o objetivo dessa revisão sistemática e meta-análise foi avaliar a resistência ao desgaste de dentes artificiais impressos em 3D e fresados por tecnologia CAD/CAM, em comparação aos dentes pré-fabricados convencionais utilizados em bases de dentaduras. A hipótese nula considera que não há diferenças significativas entre os níveis de desgaste apresentados pelos dentes artificiais confeccionados pelos diferentes métodos.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Protocolo e registro**

Essa revisão sistemática e meta-análise foi realizada de acordo com as recomendações PRISMA (PRISMA: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) declaração 2020 (Anexo 1), consistente com estudos anteriores.<sup>20,21</sup> Além disso, a revisão foi registrada na Open Science Framework (OSF), plataforma para registros de estudos *in vitro* (<https://osf.io/mvyhb/>).

#### **3.2 Critérios de elegibilidade**

Foram seguidos os seguintes critérios de inclusão: estudos *in vitro* que compararam a resistência ao desgaste de dentes artificiais impressos em 3D e fresados por CAD/CAM com dentes pré-fabricados para base de dentaduras. Os critérios de exclusão foram estudos que não avaliavam dentaduras confeccionadas pelo método digital, sem avaliação de desgaste de dentes artificiais, estudos sem grupo controle (dentaduras convencionais), estudos clínicos e artigos de revisão.

#### **3.3 Pergunta PICO**

Uma questão PICO (população, intervenção, comparação, outcomes/desfecho) foi formulada: “Dentes artificiais de dentaduras (população) impressos 3D e fresados CAD/CAM (intervenção) apresentam maior resistência ao desgaste (desfecho) que dentes pré-fabricados? (comparação)”. A população consistiu em dentes artificiais de dentaduras. A intervenção foi dentes artificiais fabricados por impressão 3D ou fresados CAD/CAM. A comparação consistiu em dentes pré-fabricados convencionais. O desfecho foi a avaliação da resistência ao desgaste.

### 3.4 Estratégia de busca

Dois membros da equipe de pesquisa (N. C. S., V.A.A.B.) pesquisaram eletronicamente, cegados, nas bases de dados PubMed/MEDLINE, Embase, Web of Science e Cochrane Library publicadas até abril de 2025, sem restrição de idioma ou data de publicação. Um conjunto de termos de pesquisa foi projetado para cada base de dados. O conjunto completo de termos utilizados nas bases de dados está descrito na Tabela 1. Não foram utilizados filtros e/ou limites de banco de dados nas buscas. Além disso, foram realizadas buscas manuais nas listas de referências dos artigos incluídos e na literatura não revisada por pares, literatura cinzenta, utilizando o banco de dados ProQuest (<https://proquest.libguides.com/>).

**Tabela 1** – Descritores e palavras-chave utilizados na estratégia de busca nas bases de dados.

Data bases	Search strategy	Search terms
Pubmed / MEDLINE	#1	((((((("Denture teeth")) OR ("Denture tooth")) OR ("Artificial teeth")) OR ("Artificial tooth")) OR ("prefabricated teeth")) OR ("prefabricated denture teeth")) OR ("PMMA teeth") OR ("Artificial denture teeth") OR ("Acrylic resin teeth"))))))))
	#2	((((((("3D printed")) OR ("3D printing") OR ("Milled")) OR ("Milling")) OR ("CAD-CAM") OR ("Computer-Aided Manufacturing") OR ("Digital dentistry"))))))))
	#3	((((((("Wear")) OR ("Wear resistance")) OR ("Volumetric wear") OR ("Fracture resistance") OR ("Occlusal wear") OR ("Resistance") OR ("Teeth wear") OR ("Tooth wear"))))))))
	#4	#1 AND #2 AND
Web of Science	#1	(((((ALL=(" Denture teeth")) OR ALL=(" Denture tooth")) OR ALL=(" Artificial teeth")) OR ALL=(" Artificial tooth")) OR ALL=(" prefabricated teeth")) OR ALL=(" prefabricated denture teeth")) OR ALL=(" PMMA teeth") OR ALL=(" Artificial denture teeth")) OR ALL=(" Acrylic resin teeth"))))))))
	#2	((((((("3D printed")) OR ("3D printing") OR ("Milled")) OR ("Milling")) OR ("CAD-CAM") OR ("Computer-Aided Manufacturing") OR ("Digital dentistry"))))))))
	#3	(((((ALL= ("Wear")) OR ALL=(" Wear resistance")) OR ALL=(" Volumetric wear") OR ("Fracture resistance") OR ("Occlusal wear") OR ("Resistance") OR ("Teeth wear") OR ("Tooth wear"))))))))
	#4	#1 AND #2 AND
Embase	#1	((((((("Denture teeth")) OR ("Denture tooth")) OR ("Artificial teeth")) OR ("Artificial tooth")) OR ("prefabricated teeth")) OR ("prefabricated denture teeth")) OR ("PMMA teeth") OR ("Artificial denture teeth") OR ("Acrylic resin teeth"))))))))
	#2	((((((("3D printed")) OR ("3D printing") OR ("Milled")) OR ("Milling")) OR ("CAD-CAM") OR ("Computer-Aided Manufacturing") OR ("Digital dentistry"))))))))
	#3	((("Wear")) OR ("Wear resistance")) OR ("Volumetric wear") OR ("Fracture resistance") OR ("Occlusal wear") OR ("Resistance") OR ("Teeth wear") OR ("Tooth wear"))))))))
	#4	#1 AND #2 AND
Cochrane	#1	((((((("Denture teeth")) OR ("Denture tooth")) OR ("Artificial teeth")) OR ("Artificial tooth")) OR ("prefabricated teeth")) OR ("prefabricated denture teeth")) OR ("PMMA teeth") OR ("Artificial denture teeth") OR ("Acrylic resin teeth"))))))))
	#2	((((((("3D printed")) OR ("3D printing") OR ("Milled")) OR ("Milling")) OR ("CAD-CAM") OR ("Computer-Aided Manufacturing") OR ("Digital dentistry"))))))))
	#3	((("Wear")) OR ("Wear resistance")) OR ("Volumetric wear") OR ("Fracture resistance") OR ("Occlusal wear") OR ("Resistance") OR ("Teeth wear") OR ("Tooth wear"))))))))

	#4	#1 AND #2 AND
Proquest	#1	((((((((noft=("Denture teeth")) OR noft=("Denture tooth")) OR noft=("Artificial teeth")) OR noft=("Artificial tooth")) OR noft=("prefabricated teeth")) OR noft=("prefabricated denture teeth")) OR noft=("PMMA teeth") OR noft=("Artificial denture teeth") OR noft=("Acrylic resin teeth"))))))))
	#2	((((((noft=("3D printed")) OR noft=("3D printing") OR noft=("Milled")) OR noft=("Milling") OR noft=("CAD-CAM") OR noft=("Computer-Aided Manufacturing") OR noft=("Digital dentistry"))))))))
	#3	((((((noft=(" Wear")) OR noft=("Wear resistance")) OR noft=("Volumetric wear")) OR noft=("Fracture resistance") OR noft=("Occlusal wear") OR noft=("Resistance") OR noft=("Teeth wear") OR noft=("Tooth wear"))))))))
	#4	#1 AND #2 AND

### 3.5 Processo de seleção

Após uma busca sistemática na literatura, todas as citações identificadas foram carregadas no gerenciador de referências Rayyan QCRI (<https://rayyan.ai/>) e as duplicatas foram removidas. Os títulos e resumos foram avaliados por dois autores independentes (N.C.S., V.A.A.B.) para seleção dos artigos e aplicação dos critérios de elegibilidade. Quando os dois primeiros pesquisadores discordaram, um terceiro pesquisador (L.M.N.A.) foi consultado e a concordância foi obtida por consenso.

### 3.6 Processo de coleta dos dados

Um autor (N.C.S.) foi responsável pela extração dos dados dos artigos incluídos (qualitativos ou quantitativos), e dois autores (V.A.A.B., L.M.N.A.) revisaram todas as informações coletadas. As variáveis cadastradas em cada um dos estudos foram: informações sobre o autor, ano dos estudos, número de amostras, grupos envolvidos, método de desgaste utilizado, método de avaliação, resultados, conclusão.

### 3.7 Qualidade bibliográfica

Dois autores (N. C. S., V.A.A.B.) avaliaram a qualidade e o risco de viés dos estudos in vitro, utilizando a lista de verificação de avaliação crítica do Joanna Briggs Institute (JBI) para estudos quase experimentais (estudos experimentais não randomizados). A lista de verificação forneceu uma revisão crítica da qualidade

metodológica dos estudos selecionados com ferramentas incorporadas ao primeiro sistema JBI para gerenciamento, avaliação e um módulo de software de verificação de informações unificadas (SUMARI; <http://joannabriggs.org/sumari.html>). Cada estudo foi avaliado individualmente. A lista de verificação do JBI incluiu nove itens a serem considerados com base nas características dos estudos: Sim, Não, Não está claro ou Não aplicável.<sup>22</sup>

### **3.8 Meta-análise**

Um autor (N. C. S.) coletou dados estatísticos relevantes dos artigos, referentes à resistência ao desgaste de dentes artificiais, que foram verificados por outros dois pesquisadores (V.A.A.B., L.M.N.A.). Foi realizada uma meta-análise baseada no método de variância inversa (IV), considerando os desfechos contínuos, avaliados pela diferença média (DM) e com um intervalo de confiança (IC) de 95% ( $\alpha=0,05$ ). Para heterogeneidade estatisticamente significativa ( $\alpha=0,10$ ), um modelo de efeitos aleatórios foi usado para avaliar a significância do efeito da intervenção, no qual se nenhuma heterogeneidade significativa fosse encontrada, uma análise de efeitos fixos seria aplicada. A meta-análise foi realizada pelo programa de software Reviewer Manager 5.4; Cochrane Group.

### **3.9 Análise adicional**

Uma análise adicional foi realizada para comparar o nível de concordância entre os examinadores durante as buscas individuais no processo de seleção dos estudos usando o Kappa. Eventuais divergências foram resolvidas por discussão e consenso entre todos os autores.

## 4. RESULTADOS

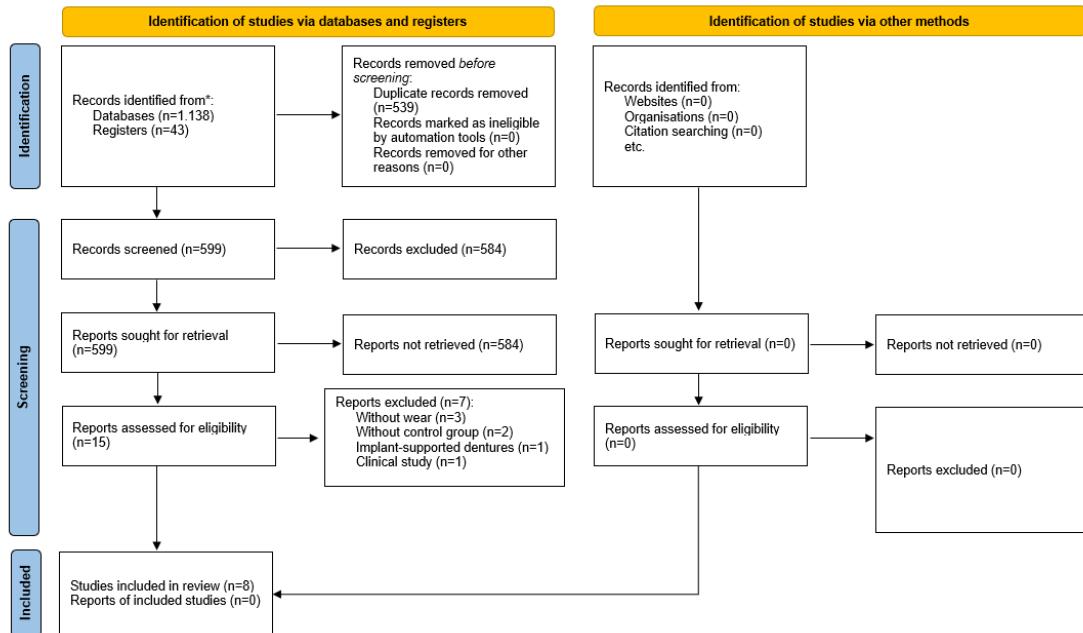
### 4.1 Estratégia de busca

A busca eletrônica nas bases de dados resultou em um total de 1.138 estudos, no qual 290 no PubMed/MEDLINE, 340 na Embase, 409 na Web of Science, 43 na Cochrane Library e 56 recuperados pela busca ProQuest. Foram excluídas 539 referências duplicadas, restando 599 artigos. Após leitura detalhada dos títulos e resumos, foram selecionados 15 artigos para aplicação dos critérios de elegibilidade e exclusão, dos quais 7 artigos<sup>19,23-28</sup> foram excluídos pelos motivos listados na Tabela 2.

Os detalhes da estratégia de busca são apresentados na Figura 1.

**Tabela 2** – Estudos excluídos e motivos de exclusão.

Autor / Ano	Razão de exclusão
Sartori <i>et al.</i> , 2024 <sup>23</sup> ; Chung <i>et al.</i> , 2018 <sup>24</sup> ; Dimitrova <i>et al.</i> , 2024 <sup>25</sup>	Sem desgaste
Abdelfattah <i>et al.</i> , 2024 <sup>26</sup> ; Bencharit <i>et al.</i> , 2024 <sup>19</sup>	Sem grupo controle
Esquivel <i>et al.</i> , 2020 <sup>27</sup>	Dentadura sobre implante
Ali <i>et al.</i> , 2025 <sup>28</sup>	Estudo clínico



**Figura 1** – Resultado da estratégia de busca eletrônica nas bases de dados.

#### 4.2 Características dos estudos

Um total 8 estudos<sup>11,13,15-18,29,30</sup> *in vitro* foram incluídos, publicados do ano de 2020 até 2025, sendo que 3 estudos compararam dentes pré-fabricados convencional com impressão 3D e fresados CAD/CAM, enquanto 4 estudos compararam os pré-fabricados somente com impressão 3D e o estudo de Kim *et al.* (2022)<sup>18</sup> comparou somente com fresado CAD/CAM. Foi avaliado um total de 450 amostras de dentes para dentadura. Quatro estudos avaliaram a resistência do desgaste utilizando como antagônico aço inoxidável, enquanto o estudo de Cha *et al.* (2020)<sup>15</sup> utilizou aço inoxidável e zircônia, o estudo de Gad *et al.* (2023a)<sup>11</sup> utilizou aço inoxidável e dente natural e os estudos de Veerapeindee *et al.* (2025)<sup>30</sup> e Sone *et al.* (2025)<sup>29</sup> utilizaram somente zircônia. As características dos estudos estão detalhadas na Tabela 3.

**Tabela 3** – Características dos estudos in vitro incluídos.

Autor / Ano	Número de amostras	Grupos	Método de Desgaste	Método de Avaliação	Resultado		Conclusão
					Pré-fabricado	3D e Fresado CAD/CAM	
Cha <i>et al.</i> 2020 <sup>15</sup>	80	(1) Artic 6 (Kulzer GmbH) (2) Preference (Candulor AG) (3) Premium 6 (Kulzer GmbH) (4) Surpass (GC Corp) (5) Impressa em 3D (DENTCA; DENTCA, Inc)	Antagônico de Zircônia (I) e Aço inoxidável (II). Foram carregados a 49 N por 30.000 ciclos de termociclagem em simulador de mastigação.	Desgaste volumétrico avaliado através de microscopia eletrônica de varredura (MEV)	(1.I): 0.42±0.67 (2.I): 0.43±0.21 (3.I): 0.69±0.18 (4.I): 0.99±0.20 (1.II): 0.43±0.11 (2.II): 0.42±0.14 (3.II): 0.73±0.28 (4.II): 1.71±0.18	(5.I): 0.88±0.15 (5.II): 0.92±0.35	A impressão 3D utilizando materiais resinosos proporciona resistência ao desgaste adequada para uso em dentaduras.
Kim <i>et al.</i> 2022 <sup>18</sup>	32	(1) NC: PMMA nanohíbrido (2) DLC: PMMA dupla reticulação (3) NC-CAM fresado (4) DCL-CAM fresado	Antagônico de Aço inoxidável, submetidos a máquina de ensaio de fadiga biaxial na frequência de 1,53 Hz e 49 N em 250.000 ciclos.	Desgaste linear (I) e Desgaste volumétrico (II) avaliado através de scanner de mesa (3Shape).	(1.I): 0.52 ± 0.10 (1.II): 4.29±0.94 (2.I): 0.18±0.03 (2.II): 0.74±0.14	(3.I): 0.15±0.3 (3.II): 0.35±0.21 (4.I): 0.24±0.07 (4.II): 1.22±0.61	O NC convencional apresentou maior desgaste que o DCL, DCL-CAM e NC-CAM.
Gad <i>et al.</i> 2023 (a) <sup>11</sup>	60	(1) Pré-fabricados (Major Dent-V) (2) Impressos em 3D (FormLabs) (3) Impressos em 3D (Asiga) (4) Impressos em 3D (NextDent)	Antagônico de Aço inoxidável, submetidos à simulador de mastigação a 170.000 ciclos.	Desgaste linear avaliado através de scanner de mesa (3Shape).	(1) 31.79±10.56	(1) 22.54±5.9 (2) 32.30±6.41 (3) 37.55±5.51	Os dentes de dentaduras impressos em 3D apresentaram resistência ao desgaste semelhante ao pré-fabricado.
Gad <i>et al.</i> 2023 (b) <sup>16</sup>	80	(1) Pré-fabricados (Major Repair, Prodotti Dentari) (2) Impressos em 3D (NextDent)	Antagônico de Aço inoxidável (I) e dente natural (II), submetidos à simulador de mastigação a 60.000 ciclos.	Desgaste volumétrico avaliado através de microscopia eletrônica de varredura (MEV)	(1.I): 0.07±0.02 (1.II): 0.08±0.01	(2.I): 0.10±0.03 (2.II): 0.20±0.04	Os dentes impressos em 3D apresentaram menor resistência ao desgaste que os pré-fabricados.
Grymak <i>et al.</i> 2023 <sup>17</sup>	60	(1) PMMA dupla reticulação (2) PMMA nanohíbrido (3) PMMA microenchimentos (4) Fresado CAD/CAM (Ivotion Dent) (5) Impresso 3D (Asiga dentaTooth) (6) Impresso 3D (Next Dent C&B MFH)	Antagônico de Aço inoxidável, submetidos a simulador de mastigação 49N e frequência de 1Hz em 1000m submerso em saliva artificial.	Desgaste linear avaliado através de microscopia eletrônica de varredura (MEV)	(1): 249±16.26 (2): 95±0.41 (3): 303±0.06	(4): 183.83±71.91 (5): 59±35.71 (6): 92.85±21.51	Os materiais de dentes de dentaduras impressos em 3D apresentaram o menor desgaste.
Saadi <i>et al.</i> 2023 <sup>13</sup>	32	(1) GN: PMMA (Gnathostar) (2) SR: PMMA (SR Orthotyp PE)	Antagônico de Aço inoxidável, submetidos a simulador de mastigação	Desgaste volumétrico (I) e Desgaste linear (II) avaliado	(1.I): 6.29±1.64 (1.II): 20.22±6.77	(4.I): 5.04±0.83 (4.II): 51.05±8.02	Não houve diferenças significativas entre os grupos.

		(3) PH: PMMA nanohíbrido (SR Phonares NHC) (4) PR: PPMA impresso 3D (3D resin printed teeth)	com 750.000 ciclos com força de 50 N.	através de scanner de mesa (Sirona, GmbH).	(2.I): 4.53±0.87 (2.II): 12.12±2.38 (3.I): 3.09±0.68 (3.II): 6.24±0.87		
<b>Sone <i>et al.</i> 2025<sup>29</sup></b>	56	(1) Pré-fabricados (GC Corporation) (2) PPMA impresso 3D 0° (Heraeus Kulzer) (3) PPMA impresso 3D 45° (Heraeus Kulzer) (4) PPMA impresso 3D 90°(Heraeus Kulzer) (5) Fresado CAD/CAM (Ivoclar Vivadent AG)	Antagônico de Zircônia, submetidos a simulador de mastigação com 50.000 ciclos e com força de 50 N e frequência de deslizamento de 1.2 Hz.	Desgaste volumétrico	NR	NR	Os dentes impressos 3D de 0° demonstraram significativamente menor desgaste que os pré-fabricados e fresados.
<b>Veerapeindee <i>et al.</i> 2025<sup>30</sup></b>	50	(1) Pré-fabricado (Major Dent) (2) Pré-fabricado (Cosmo HXL) (3) Impresso 3D (NextDent) (4) Fresado (Ivotion Dent) (5) Fresado (VIPI Block)	Antagônico à zircônia sob uma carga de 49N em termociclagem por 120.000 ciclos em frequência de 1,6 Hz.	Desgaste linear (I) e Desgaste volumétrico (II) avaliado através de microscopia eletrônica de varredura (MEV)	(1.I): 0.26±0.03 (1.II): 1.21±0.19 (2.I): 0.31±0.02 (2.II): 1.44±0.13	(3.I): 0.20±0.05 (3.II): 0.84±0.37 (4.I): 0.25±0.02 (4.II): 1.08±0.08 (5.I): 0.51±0.14 (5.II): 3.09±0.79	Os dentes impressos 3D demonstrando o mais alto nível de resistência ao desgaste.

MEV, Microscopia Eletrônica de Varredura; NR, Não Relatado.

#### **4.3 Dentes de dentaduras pré-fabricados convencional**

Os dentes pré-fabricados convencionais utilizados em todos os estudos analisados foram confeccionados em resina acrílica de PMMA, provenientes dos seguintes fabricantes: Artic 6 (Kulzer GmbH), Preference (Candulor AG), Premium 6 (Kulzer GmbH), Surpass (GC Corp), Yamahachi Dental MFG, Major Dent-V (MAJOR Prodotti Dentari SPA), Vita Physiodens (VITA Zahnfabrik), Gnathostar (Ivoclar-Vivadent), SR Orthotyp PE (Ivoclar-Vivadent), Livedent FB 20 (GC Corporation), Livedent Grace (GC Corporation), Major Dent (Major Prodotti Dentari) e Cosmo HXL (Dentsply Sirona).

Os estudos conduzidos por Kim *et al.* (2022), Grymak *et al.* (2023) e Saadi *et al.* (2023) empregaram resina de PMMA modificada com nanohíbridos, fornecida pelos seguintes fabricantes: Vivadent SR Phonares II Lingual (Ivoclar Vivadent), SR Phonares (Ivoclar Vivadent) e SR Phonares NHC (Ivoclar-Vivadent), respectivamente. Os nanohíbridos são resinas compostas infundidas por partículas extremamente pequenas que tem como objetivo otimizar as propriedades mecânicas e estética ao longo do tempo.

Os estudos de Kim *et al.* (2022) e Grymak *et al.* (2023) utilizaram PMMA modificado por dupla reticulação, caracterizando-se pela adição de agentes reticulantes que promovem múltiplas ligações entre as cadeias poliméricas dos fabricantes SR Ortholingual DCL (Ivoclar Vivadent) e Ivoclar SPE/DCL (Ivoclar Vivadent), respectivamente. A dupla reticulação é caracterizado pela adição de agentes reticulantes que promovem múltiplas ligações entre as cadeias poliméricas, tornando a resina mais resistente.

#### **4.4 Dentes de dentaduras fresados CAD/CAM**

Os dentes confeccionados pelo método de fresagem CAD/CAM foram avaliados pelos estudos de Grymak *et al.* (2023), Kim *et al.* (2022), Sone *et al.* (2025) e Veerapeindee *et al.* (2025), no qual utilizaram discos de resina PMMA altamente reticulada para CAD/CAM. As amostras foram confeccionadas através da digitalização de moldes utilizando o scanner, resultando em arquivos no formato STL, posteriormente empregados ao sistema CAD da fresadora. Foi utilizado as seguintes fabricantes: Ivotion Dent (Ivoclar Vivadent), SR Vivadent CAD (Ivoclar Vivadent), Crystal Ultra Hybrid (Digital Dental), Ivotion Dent multi-disc (Ivoclar Vivadent AG), Ivotion Dent (Ivoclar AG) e VIPI Block (Vipi Odonto Products).

#### **4.5 Dentes de dentaduras impresso 3D**

Os dentes confeccionados pelo método de impressão 3D foram utilizados nos estudos de Cha *et al.* (2019), Gad *et al.* (a), Gad *et al.* (b), Grymak *et al.* (2023), Saadi *et al.* (2023), Sone *et al.* (2025) e Veerapeindee *et al.* (2025), no qual fabricaram as amostras através de modelos representativos digitalizados por scanner a laser, posteriormente, convertidos em arquivos STL e imprimidos por impressão 3D estereolitográfica com camada de deposição de 50 µm e orientação de 0°, por fim todas as amostras seguiram um protocolo de pós-polimerização. As marcas de resinas utilizadas foram: DENTCA (DENTCA, Inc.), NextDent (3D Systems Corporation), NextDent C&B MFH (NextDent B.V.), Asiga DentaTOOTH (DentaTOOTH, Asiga), Denture teeth resin (FormLabs GmbH), Asiga DentaTOOTH 3D resin (Asiga), 3D resin printed teeth (Promarket Tasarim ve Teknoloji Inc.), Dima denture teeth resin (Heraeus Kulzer) e NextDent CB MFH (Vertex-Dental B.V.).

#### 4.6 Teste de resistência ao desgaste

Os estudos de Kim *et al.* (2022), Gad *et al.* (2023b), Grymak *et al.* (2023) e Saadi *et al.* (2023) avaliaram a resistência ao desgaste utilizando um simulador de desgaste de dois corpos com uma semiesfera de aço inoxidável, enquanto Sone *et al.* (2025) e Veerapeindee *et al.* (2025) empregaram zircônia como antagônico. Além disso, Cha *et al.* (2020) e Gad *et al.* (2023a) compararam dois métodos de resistência ao desgaste, sendo aço inoxidável versus zircônia e aço inoxidável versus dente, respectivamente.

Os estudos de Cha *et al.* (2020), Kim *et al.* (2022), Grymak *et al.* (2023), Veerapeindee *et al.* (2025), Gad *et al.* (2022a), Gad *et al.* (2023b), Saadi *et al.* (2023) e Sone *et al.* (2025) realizaram ensaios de resistência ao desgaste aplicando diferentes cargas, frequências e quantidades de ciclos. De modo geral, Cha *et al.* (2020), Kim *et al.* (2022), Grymak *et al.* (2023) e Veerapeindee *et al.* (2025) aplicaram uma carga de 49 N sobre os dentes, com frequências de 1,53 Hz, 1 Hz e 1,6 Hz, respectivamente, enquanto Cha *et al.* (2020) não especificaram esse parâmetro. Em relação ao número de ciclos, Cha *et al.* (2020) simularam 30.000 ciclos, equivalentes a aproximadamente 1,5 mês de uso clínico; Kim *et al.* (2022), 250.000 ciclos, representando mais de um ano; Grymak *et al.* (2023), um período estimado entre 24 e 48 meses, sem detalhar os ciclos; e Veerapeindee *et al.* (2025), 12.000 ciclos, correspondentes a cerca de seis meses. Gad *et al.* (2022a) aplicaram uma carga de 71 N, sem informar a frequência, totalizando 60.000 ciclos, equivalentes a três meses de mastigação simulada, enquanto Gad *et al.* (2023b) não relataram a carga nem a frequência, utilizando 170.000 ciclos, que correspondem a cerca de um ano de uso clínico. Saadi *et al.* (2023) empregaram uma carga de 50 N, sem mencionar a frequência, totalizando 750.000 ciclos, equivalentes a aproximadamente

cinco anos de mastigação, e Sone *et al.* (2025) aplicaram uma força de 50 N, com frequência de 1,2 Hz e 50.000 ciclos de carga, sem especificar a equivalência clínica.

Além do uso do simulador de mastigação, Cha *et al.* (2020), Gad *et al.* (2022a), Gad *et al.* (2023b), Kim *et al.* (2022) e Veerapeindee *et al.* (2025) empregaram termociclagem, submetendo as amostras a variações de temperatura entre 5 °C e 55 °C. Já Grymak *et al.* (2023) mantiveram os espécimes em saliva artificial, com flutuação térmica de 30 °C a 37 °C, enquanto Saadi *et al.* (2023) expuseram as amostras a temperaturas entre 2 °C e 23 °C, simulando condições ambientais. Sone *et al.* (2025), por sua vez, não realizou o processo de termociclagem.

#### **4.7 Mensuração do desgaste**

Nos estudos de Cha *et al.* (2020), Gad *et al.* (2023a), Grymak *et al.* (2023) e Veerapeindee *et al.* (2025) a mensuração do desgaste foi realizada por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os estudos de Kim *et al.* (2022), Gad *et al.* (2023b) e Saadi *et al.* (2023) utilizaram scanner digital, enquanto Sone *et al.* (2025) utilizou de um microscópio eletrônico digital.

Em relação ao tipo de análise realizada, Cha *et al.* (2020), Gad *et al.* (2023b) e Sone *et al.* (2025) investigaram o desgaste volumétrico, que quantifica o volume tridimensional de estrutura perdida. Os estudos de Grymak *et al.* (2023) e Gad *et al.* (2023a) realizaram a avaliação do desgaste de forma linear, mensurando a profundidade da perda de material ao longo de um único eixo. Os estudos de Kim *et al.* (2022), Saadi *et al.*, (2023) e Veerapeindee *et al.* (2025) contemplaram tanto o desgaste volumétrico quanto o linear, possibilitando uma análise em três dimensões (3D) e duas dimensões (2D).

#### 4.8 Risco de viés

O Checklist de Avaliação Crítica da JBI para estudos experimentais não randomizados indicaram um baixo risco de viés dos estudos incluídos, pois a maioria dos itens selecionados foi avaliada como um “sim”, sendo que todos os estudos apresentaram acima de 60% dos critérios, o que indica alta qualidade metodológica dos estudos incluídos (Tabela 4).

**Tabela 4** – Resultado do risco de viés da Avaliação Crítica da JBI para estudos experimentais não randomizados.

ESTUDO	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	% TOTAL
Cha <i>et al.</i> , 2020 <sup>15</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	Y	Y	Y	100
Kim <i>et al.</i> , 2022 <sup>18</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	Y	Y	Y	100
Gad <i>et al.</i> , 2023 (a) <sup>11</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	Y	Y	Y	100
Gad <i>et al.</i> , 2023 (b) <sup>16</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	Y	Y	Y	100
Grymak <i>et al.</i> , 2023 <sup>17</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	N	N	N	62,5
Saadi <i>et al.</i> , 2023 <sup>13</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	N	N	N	62,5
Sone <i>et al.</i> , 2025 <sup>29</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	N	N	N	62,5
Veerapeindee <i>et al.</i> , 2025 <sup>30</sup>	Y	Y	Y	Y	Y	N/A	Y	Y	Y	100
%TOTAL	100	100	100	100	100	00	62,5	62,5	62,5	

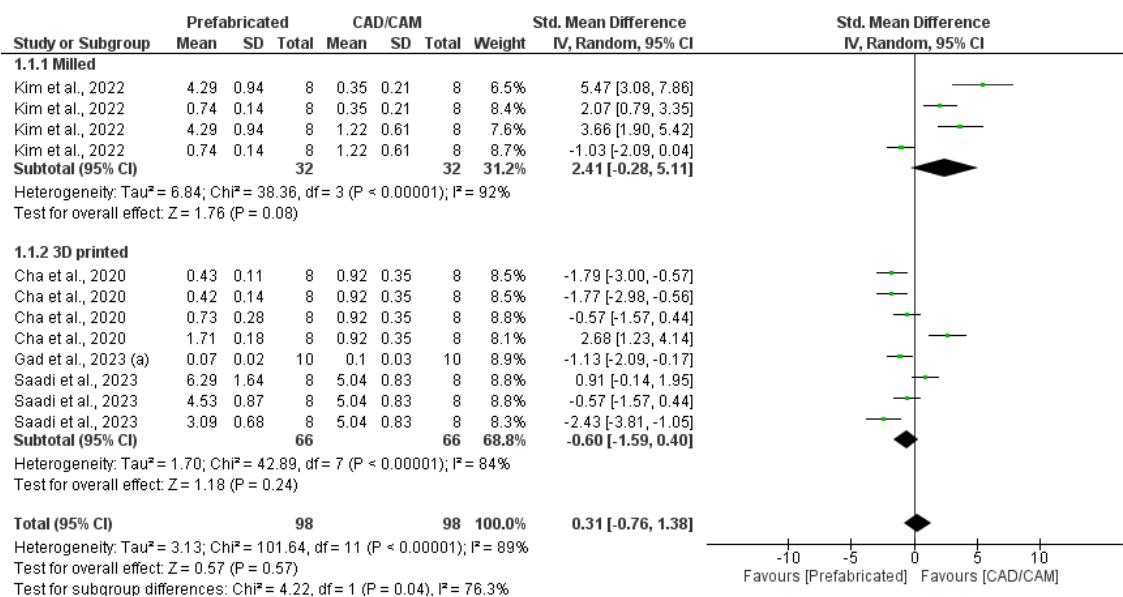
Y= Sim, N= Não, U= Não Claro, N/A= Não Aplicável; **Q1**= Está claro no estudo qual é a 'causa' e qual é o 'efeito' (isto é, não há confusão sobre qual variável vem primeiro)?; **Q2**= Os participantes foram incluídos em comparações semelhantes?; **Q3**= Os participantes foram incluídos em comparações que receberam tratamento / cuidados semelhantes, além da exposição ou intervenção de interesse?; **Q4**= Havia um grupo de controle?; **Q5**= Houve várias medidas do resultado antes e depois da intervenção / exposição?; **Q6**= O acompanhamento foi completo e, se não, as diferenças entre os grupos em termos de acompanhamento foram adequadamente descritas e analisadas?; **Q7**= Os resultados dos participantes foram incluídos em comparações mensuradas da mesma maneira?; **Q8**= Os resultados foram medidos de maneira confiável?; **Q9**= A análise estatística apropriada foi usada?.

#### 4.9 Meta-análise

Foi realizado uma meta-análise investigando a resistência ao desgaste de dentes artificiais de dentaduras comparando dentes pré-fabricados convencionais com dentes fabricados pelo método digital CAD/CAM (fresados e impressos 3D), sendo possível a realização de uma meta-análise avaliando o desgaste volumétrico e uma avaliando o desgaste linear. O estudo de Sone *et al.* (2025) não foi selecionado para meta-análise por não apresentar dados de média e desvio padrão, enquanto o estudo de Veerapeindee *et*

al. (2025) não foi selecionado por não utilizar aço inoxidável como antagônico no teste de desgaste, apresentando variação metodológica com os outros estudos.

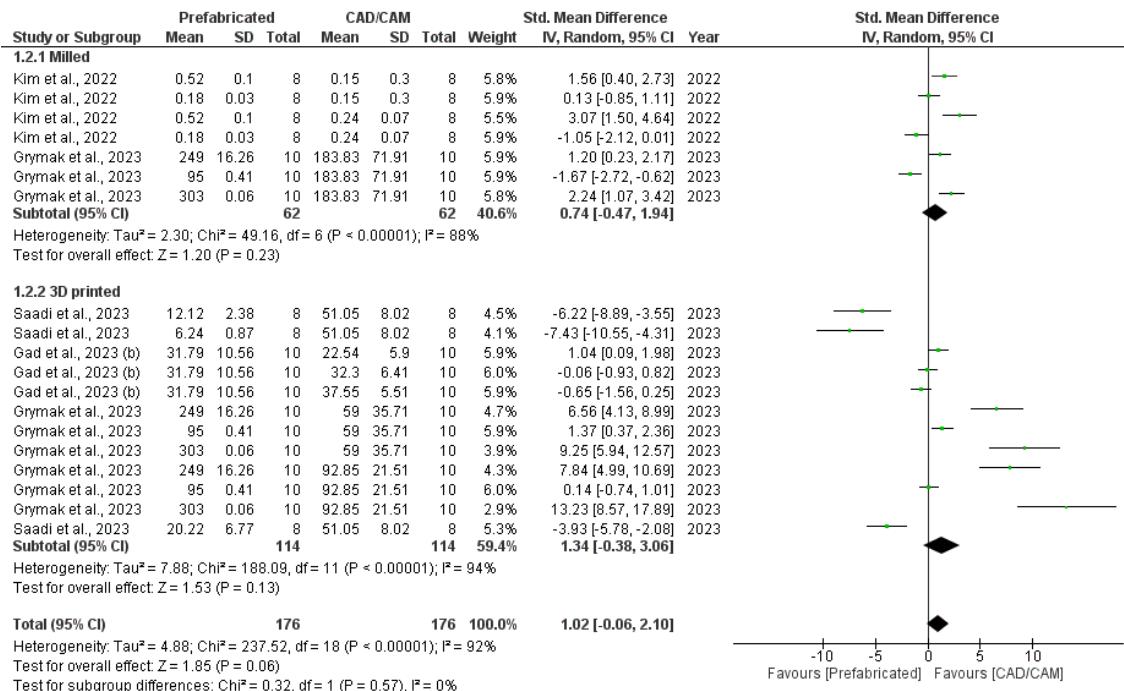
A meta-análise da resistência ao desgaste volumétrico apresentou não haver diferença significativa entre dentes pré-fabricados convencionais e CAD/CAM ( $P = 0.57$ ; MD: 0.31; IC 95%: -0.76 a 1.38;  $I^2 = 89\%$ ,  $P < 0.001$ ). O subgrupo comparando dente pré-fabricado e fresados CAD/CAM demonstrou um menor desgaste para os dentes fresados, no entanto, não apresentou diferença significativa ( $P = 0.08$ ; MD: 2.41; IC 95%: -0.28 a 5.11;  $I^2 = 92\%$ ,  $P < 0.001$ ). O subgrupo comparando o dente pré-fabricado e impressos 3D demonstrou um menor desgaste para os dentes pré-fabricados, no entanto, não apresentou diferença significativa ( $P = 0.24$ ; MD: -0,60; IC 95%: -1.59 a 0.40;  $I^2 = 84\%$ ,  $P < 0.001$ ). Os resultados são apresentados na Figura 2.



**Figura 2** – Gráfico Forest Plot. Resultado: Desgaste volumétrico (Pré-fabricados versus CAD/CAM). IV: Inverse Variance; RE: Random Effects.

A meta-análise da resistência ao desgaste linear apresentou não haver diferença significativa entre dentes pré-fabricados convencionais e CAD/CAM ( $P = 0.06$ ; MD: 1.02; IC 95%: -0.06 a 2.10;  $I^2 = 92\%$ ,  $P < 0.001$ ). O subgrupo comparando dente pré-fabricado e fresados CAD/CAM demonstrou um menor desgaste para os dentes

fresados, no entanto, não apresentou diferença significativa ( $P = 0.23$ ; MD: 0.74; IC 95%: -0.47 a 1.94;  $I^2 = 88\%$ ,  $P < 0.001$ ). O subgrupo comparando o dente pré-fabricado e impressos 3D demonstrou um menor desgaste para os dentes impressos 3D, no entanto, não apresentou diferença significativa ( $P = 0.13$ ; MD: 1.34; IC 95%: -0.38 a 3.06;  $I^2 = 94\%$ ,  $P < 0.001$ ). Os resultados são apresentados na Figura 3.



**Figura 3** – Gráfico Forest Plot. Resultado: Desgaste linear (Pré-fabricados versus CAD/CAM). IV: Inverse Variance; RE: Random Effects.

#### 4.10 Análise adicional

O Teste Kappa revelou concordância entre os examinadores nas buscas em todas as bases de dados com taxas acima de 75% (PubMed/MEDLINE: 0,98; Embase: 0,97; Web of Science: 0,98; Cochrane Library: 1,0; e ProQuest: 0,93).

## 5. DISCUSSÃO

Essa revisão sistemática e meta-análise comparou a resistência ao desgaste de dentes artificiais de dentaduras pré-fabricadas convencionalmente com as produzidas por métodos digitais impressos 3D e fresados CAD/CAM. Os resultados indicaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dentes convencionais e os fabricados por fresagem CAD/CAM ou impressão 3D, assim, a hipótese nula deste estudo foi aceita. Apesar disso, a meta-análise do desgaste volumétrico indicou maior resistência ao desgaste dos dentes pré-fabricados quando comparados aos impressos 3D, não sendo este um dado significativo.

A análise do desgaste volumétrico permite uma avaliação tridimensional e quantitativa da perda de estrutura dentária, representando a redução efetiva do volume do tecido dental ao longo do tempo.<sup>13</sup> Do ponto de vista clínico, o aumento do desgaste volumétrico está associado à perda das cúspides e da anatomia original dos dentes, resultando em superfícies oclusais mais planas e facetadas, o que compromete a eficiência mastigatória.<sup>13,18</sup> Dentes com maior perda volumétrica tendem a apresentar redução da altura coronária, lascamentos marginais e, em casos mais avançados, diminuição da dimensão vertical de oclusão.<sup>18</sup> Nesta revisão sistemática, não houve diferenças significativas quanto ao desgaste volumétrico entre os materiais analisados; no entanto, a meta-análise apresentou um indicativo de maior resistência dos dentes fresados e menor resistência dos dentes impressos em 3D, ambos comparados aos dentes pré-fabricados, sendo isso observado pela posição do losango da meta-análise em relação ao eixo zero. Esse achado corrobora os estudos de Saadi *et al.* (2023)<sup>13</sup> e Kim *et al.* (2022)<sup>18</sup>, mas em contradição ao estudo de Veerapeindee *et al.* (2025)<sup>30</sup> que demonstrou maior resistência para a resina impressa em 3D. Essa divergência de resultados pode estar relacionada ao método de ensaio utilizado, uma vez que o estudo

de Veerapeindee *et al.* (2025)<sup>30</sup> empregou zircônia como material antagonico, diferentemente dos demais, que utilizaram aço inoxidável.

De acordo com Cha *et al.* (2020)<sup>15</sup>, o menor desempenho dos dentes artificiais de impressão 3D pode estar associado tanto à presença quanto a ausência de materiais de preenchimento na composição da resina, além do tipo do material antagonista empregado que influencia significativamente ao padrão de desgaste, no qual a superfície do dente desgastado com maior número de fissuras e textura rugosa foram observadas quando utilizado antagonista metálico, em contraste com o antagonista de zircônia. Para Gad *et al.* (2023b)<sup>16</sup>, o baixo desempenho mecânico das resinas impressas em 3D está relacionado às particularidades do processo de fabricação em camadas e fotopolimerização que resultam em um grau de conversão limitado e em ligações intercamadas menos resistentes. Essa configuração estrutural, associada à fraca adesão entre as camadas, compromete o comportamento mecânico do material.<sup>16</sup> Além disso, o estudo de Sone *et al.* (2025)<sup>29</sup> observou que os espécimes produzidos por impressão 3D apresentaram maior absorção de água, o que resultou na diminuição da dureza do material após o armazenamento em meio aquoso e que as resinas, devido à sua produção em camadas, tendem a exibir anisotropia, ou seja, variações em suas propriedades mecânicas conforme a direção de construção, no qual, as amostras impressas na orientação horizontal (0°) apresentaram maior resistência ao desgaste e dureza em comparação às fabricadas em ângulos de 45° e 90°. Assim, a escolha da orientação de impressão ideal pode variar conforme o tipo de aplicação.

A análise do desgaste linear refere-se à perda da altura ou profundidade de uma superfície dentária ao longo do tempo.<sup>29</sup> Esse tipo de desgaste está associado à planificação progressiva das cúspides e margens incisais, podendo resultar em perda da anatomia oclusal original e, consequentemente, em alterações nos contatos oclusais.<sup>30</sup> A

meta-análise dessa revisão sistemática indicou uma maior resistência ao desgaste dos dentes digitais comparados aos pré-fabricados, não sendo significativo. Essa maior resistência dos dentes fabricados pelo método digital se dá pelo processo de fabricação, no qual promovem cadeias poliméricas mais longas e densamente entrelaçadas, com menor quantidade de monômero residual, além de não haver incorporação de ar ou defeitos de processamento durante a prensagem ou cura em mufla, típicos do processo convencional, assim, essa homogeneidade estrutural melhora a resistência à fratura e ao desgaste.<sup>29,30</sup>

Em relação aos métodos de avaliação do desgaste dentário, alguns estudos utilizaram o microscópio eletrônico de varredura (MEV), que funciona por meio de um feixe de elétrons que percorre a superfície da amostra, interagindo com os átomos e gerando imagens do tipo SEM (Scanning Electron Microscopy).<sup>16,17,30</sup> Essa técnica permite a visualização da superfície em diferentes ampliações, incluindo níveis extremamente altos na escala nanométrica, produzindo imagens com aparência tridimensional e possibilitando uma análise detalhada da topografia e da morfologia do desgaste.<sup>30</sup> Diversas técnicas têm sido aplicadas para mensurar o desgaste dentário, como a avaliação direta da altura das cúspides, análise de imagens, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e perfilometria.<sup>15-18,29,30</sup> Embora ofereçam precisão, esses métodos geralmente demandam tempo, a confecção de moldes dentários e avaliação subjetiva por parte do examinador, o que pode comprometer a padronização e dificultar a comparação de resultados entre diferentes estudos, assim, a avaliação por microscópio digital, que utiliza câmeras ou scanners para capturar a geometria da superfície, gerando arquivos no formato STL, tornou-se uma alternativa eficiente, permitindo gerar modelos 3D detalhados da superfície dentária e possibilitando uma medição do desgaste de forma objetiva, rápida e não destrutiva.<sup>16</sup>

A abordagem de digitalização utilizada na microscopia digital constitui um método não destrutivo para avaliar o desgaste dentário, sendo geralmente mais fácil, rápido e, em muitos casos, mais preciso do que outros métodos de avaliação.<sup>31</sup> Além disso, a digitalização possibilita a reconstrução e a visualização de um mapa tridimensional do desgaste, permitindo a análise detalhada da distribuição e da magnitude das alterações na superfície da amostra.<sup>31</sup> Como resultado, a verdadeira distribuição dos fenômenos de desgaste na amostra é aparente e quantificável, e o mapa 3D gerado pode ser usado para extrair todas as características de desgaste.<sup>11</sup>

Os achados dessa revisão sistemática reforçam que apesar dos novos métodos de fabricação das dentaduras, o método tradicional apresenta resistência ao desgaste semelhante a esses novos métodos, assim, reforçando que a indicação do tipo de dentadura fica a critério do cirurgião-dentista, ressaltando-se da inferioridade de resina impressa 3D. Algumas limitações são apresentadas neste estudo, como a falta de investigação à longo prazo dos materiais, simulação de testes próximo à condições orais com presença de saliva e bebidas ácidas, além da atrição causado pelo manejo da escovação. Assim, estudos futuros são recomendados, principalmente estudos clínicos randomizados, quantificando desgaste, alterações clínicas, satisfação do paciente e custo-benefício.

## **6. CONCLUSÃO**

Conclui-se que a resistência ao desgaste de dentes impressos 3D e fresados CAD/CAM apresentam semelhança aos dentes pré-fabricados para dentaduras, no entanto, os impressos 3D tendem a uma menor resistência.

## REFERÊNCIAS

1. Chen HM, Shen K, Ji L, McGrath C, Chen HM H. Global and regional patterns in edentulism (1990–2021) with predictions to 2040. *Int Dent J.* 2025;75(2):735–743. doi:10.1016/j.identj.2024.11.022.
2. Nascimento GG, Alves-Costa S, Romandini M. Burden of severe periodontitis and edentulism in 2021, with projections up to 2050: The Global Burden of Disease 2021 study. *J Periodontal Res.* 2024;59(5):823–867. doi:10.1111/jre.13337.
3. Souza JG, Souza SE, Sampaio AA, Silveira MF, Ferreira EF, Martins AM. Autopercepção da necessidade de prótese dentária total entre idosos brasileiros desdentados [Self-perception of the need for full dental prosthesis among toothless elderly Brazilians]. *Cien Saude Colet.* 2016;21(11):3407–3415. doi:10.1590/1413-812320152111.14912015. Portuguese.
4. Alalwani NN, Al-Kebsi AM, Mohammed BSA, Okshah A, Al Ahmari NM, Gadah TS, Alzahrani AH, Al Moaleem MM, Shariff M, Alaghbari SS, Shubayr MA. Impact of denture use on oral health-related quality of life in Yemeni patients: a cross-sectional analysis. *Med Sci Monit.* 2024 Jul 18;30:e944682. doi: 10.12659/MSM.944682. PMID: 39021065; PMCID: PMC11299486.
5. Kaurani P, Kakodkar P, Bhowmick A, Samra RK, Bansal V. Association of tooth loss and nutritional status in adults: an overview of systematic reviews. *BMC Oral Health.* 2024 Jul 24;24(1):838. doi: 10.1186/s12903-024-04602-1. PMID: 39049002; PMCID: PMC11267674.
6. Techapiroontong S, Limpuangthip N, Tumrasvin W, Sirotamarat J. The impact of poor dental status and removable dental prosthesis quality on body composition, masticatory performance and oral health-related quality of life: a

- cross-sectional study in older adults. *BMC Oral Health.* 2022;22:147. doi: 10.1186/s12903-022-02103-7.
7. Poker BC, Oliveira VC, Macedo AP, Gonçalves M, Ramos AP, Silva-Lovato CH. Evaluation of surface roughness, wettability and adhesion of multispecies biofilm on 3D-printed resins for the base and teeth of complete dentures. *J Appl Oral Sci.* 2024;32:e20230326. doi:10.1590/1678-7757-2023-0326.
  8. Tasaka A, Matsunaga S, Odaka K, Ishizaki K, Ueda T, Abe S, Yoshinari M, Yamashita S, Sakurai K. Accuracy and retention of denture base fabricated by heat curing and additive manufacturing. *J Prosthodont Res.* 2019;63(1):85–89. doi:10.1016/j.jpor.2018.08.007.
  9. Herrero-Climent M, Punset M, Molmeneu M, Brizuela A, Gil J. Differences between the fittings of dental prostheses produced by CAD-CAM and laser sintering processes. *J Funct Biomater.* 2023;14(2):67. doi:10.3390/jfb14020067.
  10. Takaichi A, Fueki K, Murakami N, Ueno T, Inamochi Y, Wada J, Arai Y, Wakabayashi N. A systematic review of digital removable partial dentures. Part II: CAD/CAM framework, artificial teeth, and denture base. *J Prosthodont Res.* 2022;66(1):53–67. doi:10.2186/jpr.JPR\_D\_20\_00117.
  11. Gad MM, Alghamdi R, Al-Ghamdi R, Al-Jefri A, Akhtar S, Khan SQ, Alalawi H, Al-Qarni FD. Wear and fracture resistance of 3D-printed denture teeth: an in vitro comparative study. *J Prosthodont.* 2023;32(2):170–177. doi:10.1111/jopr.13521. (a)
  12. Pham DM, Gonzalez MD, Ontiveros JC, Kasper FK, Frey GN, Belles DM. Wear resistance of 3D printed and prefabricated denture teeth opposing zirconia. *J Prosthodont.* 2021;30(9):804–810. doi:10.1111/jopr.13339.

13. Saadi ASA, El-Damanhoury HM, Khalifa N. 2D and 3D wear analysis of 3D printed and prefabricated artificial teeth. *Int Dent J.* 2023;73(1):87–92. doi:10.1016/j.identj.2022.10.002.
14. Bhandari A, Saraf S, Chakraborty N, Srivastava A, Roy Choudhury I, Rajan K. Investigation of the wear resistance of different artificial teeth materials in removable dentures. *Bioinformation.* 2024 Sep 30;20(9):1159-1163. doi: 10.6026/9732063002001159. PMID: 39917208; PMCID: PMC11795463.
15. Cha HS, Park JM, Kim TH, Lee JH. Wear resistance of 3D-printed denture tooth resin opposing zirconia and metal antagonists. *J Prosthet Dent.* 2020 Sep;124(3):387-394. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.09.004.
16. Gad MM, Alalawi H, Akhtar S, Al-Ghamdi R, Alghamdi R, Al-Jefri A, Al-Qarni FD. Strength and wear behavior of three-dimensional printed and prefabricated denture teeth: an in vitro comparative analysis. *Eur J Dent.* 2023;17(4):1248–1256. doi:10.1055/s-0042-1759885. (b)
17. Grymak A, Tieh MT, Yang AHX, Choi JJE. Development of predictive algorithms for the wear resistance of denture teeth materials. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2023;144:105984. doi:10.1016/j.jmbbm.2023.105984.
18. Kim ST, Cook DR, Albouy JP, De Kok I, Sulaiman TA. Linear and volumetric wear of conventional and milled denture teeth. *J Esthet Restor Dent.* 2022;34(3):519–526. doi:10.1111/jerd.12868.
19. Bencharit S, Hunsaker CA, Brenes CB. In vitro analysis of bonding and wear properties of 3D printed denture tooth materials. *Cureus.* 2024 Jul 25;16(7):e65388. doi:10.7759/cureus.65388. PMID: 39184673; PMCID: PMC11344610.

20. Batista RG, Faé DS, Bento VAA, Rosa CDDR, Souza Batista VE, Pellizzer EP, Lemos CAA. Impact of tilted implants for implant-supported fixed partial dentures: a systematic review with meta-analysis. *J Prosthet Dent.* 2024;132(6):890–7.
21. da Silva LMAV, Assunção WG, Bento VAA, Sachi VP, Colombo FE, Ique MMA, Faria BMA, Bertoz APM. Assessment of the gut microbiota of children with obstructive sleep apnea syndrome: a systematic review. *Sleep Med.* 2024;120:56–64.
22. Godfrey C, Harrison M. Systematic review resource package: the Joanna Briggs Institute method for systematic review research quick reference guide. Kingston (ON): Queen's Joanna Briggs Collaboration; 2010 [cited 2023 Mar 3]. Available from: <https://jbi.global/>
23. Sartori N, Sanchez SA, Oliveira D, Hosney S, Zoidis P, Martin W, Gonzaga L, Rocha MG. Flexural properties and fatigue limit of 3D-printed and milled resin-based materials. *J Prosthodont.* 2025 Jul;34(6):626–34. doi:10.1111/jopr.13837. Epub 2024 Mar 14. PMID: 38483093.
24. Chung YJ, Park JM, Kim TH, Ahn JS, Cha HS, Lee JH. 3D printing of resin material for artificial teeth: chipping and indirect tensile fracture resistance. *Materials (Basel).* 2018;11(10):1798. doi:10.3390/ma11101798.
25. Dimitrova M, Kazakova R, Vlahova A. Comparative study of fracture resistance of 3D printed and prefabricated artificial teeth for removable dentures. *Polymers (Basel).* 2024;16(23):3381. doi:10.3390/polym16233381.
26. Abdelfattah MY, Al Humayyani N, Alwthinani FK, Alzahrani AH, Alotaibi AO, Yousef M, et al. In vitro evaluation of the mechanical and optical properties of

- 3D printed vs CAD/CAM milled denture teeth materials. *Saudi Dent J.* 2024;36(9):1227-32. doi:10.1016/j.sdentj.2024.07.004.
27. Esquivel J, Lawson NC, Kee E, Bruggers K, Blatz MB. Wear of resin teeth opposing zirconia. *J Prosthet Dent.* 2020 Oct;124(4):488–93. doi:10.1016/j.jprostdent.2019.11.004. Epub 2020 Jan 15. PMID: 31952860.
28. Ali SA, Abozaed HW, Jazar HA, Mostafa AZH. Surface hardness and wear resistance of prefabricated and CAD-CAM milled artificial teeth: a cross-over clinical study. *J Prosthodont.* 2025 Jan;34(1):15–25. doi:10.1111/jopr.13890. Epub 2024 Jun 10. PMID: 38855812.
29. Sone KP, Takahashi H, Iwaki M, Namano S, Komagamine Y, Minakuchi S, Kanazawa M. Effect of build orientation on the wear resistance and hardness of denture teeth fabricated using digital light processing: an in vitro study. *J Prosthodont Res.* 2025;69:267–74.
30. Veerapeindee P, Rungsiyakull P, Jia-Mahasap W. Wear resistance of 3D printed, milled, and prefabricated methacrylate-based resin materials: an in vitro study. *J Prosthet Dent.* 2025;133:904.e1–904.e8.
31. Valigi MC, Logozzo S, Affatato S. Novos desafios em tribologia: avaliação do desgaste usando scanners ópticos 3D. *Materials.* 2017;10:548. doi:10.3390/ma10050548.

## ANEXO 1 – NORMAS CHECK-LIST PRISMA (2020)

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review.	1
<b>ABSTRACT</b>			
Abstract	2	See the PRISMA 2020 for Abstracts checklist.	6
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of existing knowledge.	13
Objectives	4	Provide an explicit statement of the objective(s) or question(s) the review addresses.	15
<b>METHODS</b>			
Eligibility criteria	5	Specify the inclusion and exclusion criteria for the review and how studies were grouped for the syntheses.	16
Information sources	6	Specify all databases, registers, websites, organisations, reference lists and other sources searched or consulted to identify studies. Specify the date when each source was last searched or consulted.	16
Search strategy	7	Present the full search strategies for all databases, registers and websites, including any filters and limits used.	17
Selection process	8	Specify the methods used to decide whether a study met the inclusion criteria of the review, including how many reviewers screened each record and each report retrieved, whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	17
Data collection process	9	Specify the methods used to collect data from reports, including how many reviewers collected data from each report, whether they worked independently, any processes for obtaining or confirming data from study investigators, and if applicable, details of automation tools used in the process.	17
Data items	10a	List and define all outcomes for which data were sought. Specify whether all results that were compatible with each outcome domain in each study were sought (e.g. for all measures, time points, analyses), and if not, the methods used to decide which results to collect.	17-18
	10b	List and define all other variables for which data were sought (e.g. participant and intervention characteristics, funding sources). Describe any assumptions made about any missing or unclear information.	18
Study risk of bias assessment	11	Specify the methods used to assess risk of bias in the included studies, including details of the tool(s) used, how many reviewers assessed each study and whether they worked independently, and if applicable, details of automation tools used in the process.	18-19
Effect measures	12	Specify for each outcome the effect measure(s) (e.g. risk ratio, mean difference) used in the synthesis or presentation of results.	19
Synthesis methods	13a	Describe the processes used to decide which studies were eligible for each synthesis (e.g. tabulating the study intervention characteristics and comparing against the planned groups for each synthesis (item #5)).	19
	13b	Describe any methods required to prepare the data for presentation or synthesis, such as handling of missing summary statistics, or data conversions.	19
	13c	Describe any methods used to tabulate or visually display results of individual studies and syntheses.	19

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
	13d	Describe any methods used to synthesize results and provide a rationale for the choice(s). If meta-analysis was performed, describe the model(s), method(s) to identify the presence and extent of statistical heterogeneity, and software package(s) used.	19
	13e	Describe any methods used to explore possible causes of heterogeneity among study results (e.g. subgroup analysis, meta-regression).	19
	13f	Describe any sensitivity analyses conducted to assess robustness of the synthesized results.	19
Reporting bias assessment	14	Describe any methods used to assess risk of bias due to missing results in a synthesis (arising from reporting biases).	19
Certainty assessment	15	Describe any methods used to assess certainty (or confidence) in the body of evidence for an outcome.	19
<b>RESULTS</b>			
Study selection	16a	Describe the results of the search and selection process, from the number of records identified in the search to the number of studies included in the review, ideally using a flow diagram.	20
	16b	Cite studies that might appear to meet the inclusion criteria, but which were excluded, and explain why they were excluded.	20
Study characteristics	17	Cite each included study and present its characteristics.	21
Risk of bias in studies	18	Present assessments of risk of bias for each included study.	28
Results of individual studies	19	For all outcomes, present, for each study: (a) summary statistics for each group (where appropriate) and (b) an effect estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval), ideally using structured tables or plots.	22-23
Results of syntheses	20a	For each synthesis, briefly summarise the characteristics and risk of bias among contributing studies.	28
	20b	Present results of all statistical syntheses conducted. If meta-analysis was done, present for each the summary estimate and its precision (e.g. confidence/credible interval) and measures of statistical heterogeneity. If comparing groups, describe the direction of the effect.	28
	20c	Present results of all investigations of possible causes of heterogeneity among study results.	29
	20d	Present results of all sensitivity analyses conducted to assess the robustness of the synthesized results.	29
Reporting biases	21	Present assessments of risk of bias due to missing results (arising from reporting biases) for each synthesis assessed.	28
Certainty of evidence	22	Present assessments of certainty (or confidence) in the body of evidence for each outcome assessed.	--
<b>DISCUSSION</b>			
Discussion	23a	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence.	31-34
	23b	Discuss any limitations of the evidence included in the review.	31-34
	23c	Discuss any limitations of the review processes used.	31-34

Section and Topic	Item #	Checklist item	Location where item is reported
	23d	Discuss implications of the results for practice, policy, and future research.	31-34
<b>OTHER INFORMATION</b>			
Registration and protocol	24a	Provide registration information for the review, including register name and registration number, or state that the review was not registered.	30
	24b	Indicate where the review protocol can be accessed, or state that a protocol was not prepared.	30
	24c	Describe and explain any amendments to information provided at registration or in the protocol.	--
Support	25	Describe sources of financial or non-financial support for the review, and the role of the funders or sponsors in the review.	--
Competing interests	26	Declare any competing interests of review authors.	--
Availability of data, code and other materials	27	Report which of the following are publicly available and where they can be found: template data collection forms; data extracted from included studies; data used for all analyses; analytic code; any other materials used in the review.	--

## ANEXO 2 – NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA

Periódico de escolha para submissão: The Journal of Prosthetic Dentistry. Qualis Capes:

A1.

Fator de Impacto: 4.8

Normas para submissão estão disponíveis no link:

<https://www.elsevier.com/journals/journal-of-prosthetic-dentistry/0022-3913/guide-for-authors>

Editor: Stephen F. Rosenstiel, Columbus, Ohio.

Editorial Office.

