

Avaliação in vitro da rugosidade de resinas acrílicas utilizadas para a Prótese Total Removível

In vitro evaluation of the roughness of acrylic resins used for Removable Complete Dentures

Evaluación in vitro de la rugosidad de las resinas acrílicas utilizadas en las Prótesis Totales Removibles

DOI: 10.54901/educa.v9-590

Vandré Taumaturgo de Mesquita¹
Jéssica Maria Gomes Ferreira²
Edson Vaz Lima³
Daiana Maciel Andrade⁴
Victor Emanuel Lima Simeão⁵
Janaína Chaves Lima⁶
Arnaldo de França Caldas Júnior⁷

RESUMO

Objetivo: Avaliar in vitro a rugosidade de resinas utilizadas para a confecção de Prótese Total Removível. **Introdução:** A rugosidade superficial é uma propriedade importante por influenciar a adesão e retenção de biofilme, a colonização por microrganismos. Logo, com os avanços tecnológicos computadorizados na Odontologia, o Sistema Digital CAD-CAM foi um dos precursores para a melhoria dos tratamentos reabilitadores orais nesta sub-área. **Materiais e Métodos:** O tamanho dos corpos de provas foi de 10 mm de altura, 4,0 mm de largura e 2,0 mm de espessura, no qual foram determinadas de acordo com as dimensões compatíveis com os equipamentos utilizados. A rugosidade de superfície foi mensurada e as amostras foram mensuradas, através de três leituras distantes entre si e aferida por três vezes para se obter a média aritmética de cada distância de mensuração. **Resultados:** De forma geral, a resina termopolimerizável apresentou o melhor desempenho quanto à rugosidade superficial, seguida pela resina impressa em 3D, enquanto a resina compactada exibiu os maiores valores. **Conclusão:** Após a realização desta pesquisa científica concluiu-se que: Os menores valores de rugosidade (Ra e Rz) foi encontrada nas resinas termopolimerizáveis, seguidas das impressas e compactadas e/ou fresadas. Esses resultados indicam influência significativa do tipo de resina sobre a qualidade superficial das amostras e diferença entre os grupos avaliados quanto à rugosidade superficial (Ra e Rz) ($p < 0,05$), confirmando que o tipo de resina exerceu influência significativa sobre os valores adquiridos.

¹ Doutor em Odontologia, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: vandretmesquita@gmail.com

² Especialista em Prótese Dentária, Centro Universitário Uninovafapi, Pedro II, Piauí, Brasil.
E-mail: jmgferreira01@gmail.com

³ Especialista em Prótese Dentária, Centro Universitário Uninovafapi, Barras, Piauí, Brasil
E-mail: edsonvaz10@hotmail.com

⁴ Graduada em Odontologia, Centro Universitário Unichristus, Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: dayannandrade7@gmail.com

⁵ Especialista em Prótese Dentária, Centro Universitário Uninovafapi, Teresina, Piauí, Brasil.
E-mail: victorsimeao1990@hotmail.com

⁶ Especialista em Serviço Social e Políticas Públicas, Universidade de Brasília, Fortaleza, Ceará, Brasil.
E-mail: janainachaveslima@gmail.com

⁷ Pós-Doutor em Epidemiologia e Saúde Pública, Universidade de Londres, Recife, Pernambuco, Brasil.
E-mail: arnaldo.caldas@ufpe.br

Palavras-chave: resina acrílica; cad-cam; prótese total; odontologia.

1 INTRODUÇÃO

A rugosidade superficial é um parâmetro que descreve as irregularidades microscópicas presentes na superfície de um material, sendo expressa pela variação da altura entre picos e vales em relação a uma linha média (Jung *et al.*, 2024; Alqarawi *et al.*, 2024).

Ela é analisada através do aparelho chamado Rugosímetro ou através de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) permitindo que a medição da rugosidade seja realizada, de maneira direta, nas áreas pré-determinadas (Freitas *et al.*, 2023)

Em bases de próteses totais, a rugosidade superficial é uma propriedade importante por influenciar a adesão e retenção de biofilme, a colonização por microrganismos, especialmente *Candida albicans*, a facilidade de higienização, a estabilidade da cor e o conforto do paciente, interferindo em suas propriedades mecânicas (Meirowitz *et al.*, 2021; Jung *et al.*, 2024).

Logo, esta adesão de *Candida albicans* à base de PTs é menor nas superfícies lisas que nas superfícies rugosas, tornando imprescindíveis as técnicas de condicionamento do próprio aparelho, durante seu uso diário (Meirowitz *et al.*, 2021; Çakmak *et al.*, 2022).

Assim, durante a técnica de confecção de PT pela técnica convencional, pode ser influenciada pela habilidade do técnico em prótese dentária e das técnicas de acabamento e polimento utilizadas (Fouda *et al.*, 2023).

Estes procedimentos clínicos são imprescindíveis a qualquer aparelho confeccionado, fazendo com que possam trazer benefícios para a saúde do paciente mutilado e, também, quanto ao uso do artefato (Gad, *et al.* 2022a; Jung *et al.*, 2024).

Portanto, os resultados de rugosidade superficial de bases de próteses confeccionadas de forma convencional estão sujeitos a maior variabilidade, visto que existem inúmeras circunstâncias que possam estar incidindo no protocolo convencional para a confecção destas PTs (Alfouzan *et al.*, 2022).

Com os avanços tecnológicos computadorizados na Odontologia, o Sistema Digital CAD-CAM foi um dos precursores para a melhoria dos tratamentos reabilitadores orais (Kanakaraj; Ravichandran, 2021; Takhtdar *et al.*, 2023).

Neste sentido, essa pesquisa científica apresenta como proposição avaliar *in vitro* a rugosidade de resinas acrílicas utilizadas para a confecção de Prótese Total Removível.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Local da Pesquisa

Esta pesquisa foi realizada no laboratório da Pós-Graduação do curso de Odontologia da Universidade Federal do Ceará, campus Fortaleza, no período de fevereiro de 2023 a setembro de 2024.

Os materiais odontológicos e instrumentos utilizados nesta pesquisa científica encontram-se listados nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1. Instrumentos e materiais odontológicos utilizados no experimento

TIPO	MARCA COMERCIAL	LOCAL DE FABRICAÇÃO
Água destilada	Iodontosul	São Paulo, SP, Brasil
Béquer	Cremer	São Paulo, SP, Brasil
Caneta preta esferográfica	3M	São Paulo, SP, Brasil
Cera 7	Asfer	São Paulo, SP, Brasil
Cera Utilidade	Lysanda	São Paulo, SP, Brasil
Dentifrício	Colgate	São Paulo, SP, Brasil
Escova dental	Descart	São Paulo, SP, Brasil
Escova de pelo	3M	São Paulo, SP, Brasil
Espátula para gesso	Nova OGP	São Paulo, SP, Brasil
Gesso Pedra Branco Especial	Zero Flask-Dentona	São Paulo, SP, Brasil
Gesso pedra comum	Asfer	São Caetano, SP, Brasil
Hipoclorito de Sódio a 1%	Asfer	São Caetano, SP, Brasil
Grau de Borracha	Nova OGP	São Paulo, SP, Brasil
Lixa d'água de granulação 400, 600, 1000 e 2000	3M	São Paulo, SP, Brasil
Papel Toalha	Snob	Passo Fundo, RS, Brasil
Pedra-pomes	3M	São Paulo, SP, Brasil
Pedra Silicone	3M	São Paulo, SP, Brasil
Potes de Plástico Hermético	Premium	São Paulo, SP, Brasil
Refrigerante	Coca Cola	São Paulo, SP, Brasil
Resina Acrílica Vipi Block	Vipi	Pirassununga, SP, Brasil
Resina Acrílica Prizma 3D Bio Denture	MakerTechlabs	Tatuí, SP, Brasil
Resina Acrílica Vipi Cril Plus	Vipi	Pirassununga, SP, Brasil
Resina Acrílica Vipi Cril Plus	Vipi	Pirassununga, SP, Brasil
Roda de Pano	3M	São Paulo, SP, Brasil
Seringa hipodérmica de 20 mL	Cremer	São Paulo, SP, Brasil
Silicona de adição Silic One	FGM	São Paulo, SP, Brasil
Silicona ZetaLab-ZetaPlus	Zermack	São Paulo, SP, Brasil

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Tabela 2. Tipos e marcas comerciais das resinas acrílicas pesquisadas

TIPOS DE RESINA ACRÍLICA	MARCA COMERCIAL	LOCAL DE FABRICAÇÃO
Resina Acrílica Vipi Block	Vipi	Pirassununga, SP, Brasil
Resina Acrílica Prizma 3D Bio Denture	MakerTechlabs	Tatuí, SP, Brasil
Resina Acrílica Vipi Cril Plus	Vipi	Pirassununga, SP, Brasil

Fonte: Elaborado pelo pesquisador

2.2 Preparo dos Corpos de Prova

2.2.1 Dimensão das amostras

O tamanho dos corpos de provas foi de 10 mm de altura, 4,0 mm de largura e 2,0 mm de espessura, no qual foram determinadas de acordo com as dimensões compatíveis com os equipamentos utilizados.

2.3 Fabricação das amostras

2.3.1 Corpo de Provas de resinas acrílicas termopolimerizáveis

Os corpos de provas deste material foram feitos através de uma amostra impressa onde foi realizado molde de silicona de condensação e em seguida, a acrilização termopolimerizável em mufla e contra mufla fabricando em si estas amostras (Kim *et al.*, 2021).

2.3.2 Corpo de Provas das resinas acrílicas digitais impressas

As amostras impressas foram obtidas através Hunter DLP 3D- Flashforge (Vitória, Hong Kong, China), no laboratório *Done 3D*, localizado em Ribeirão Preto, São Paulo, SP, Brasil (Perea-lowery *et al.*, 2021).

2.3.3 Corpos de Provas das resinas acrílicas compactadas

Para as amostras do grupo fresadas, discos de VIPI BLOCK- VIPI (Pirassununga, São Paulo, SP, Brasil) foram cortados no tamanho padrão com o uso de discos diamantados, montados em uma peça de mão elétrica, sob jato de água constante. Logo, estas foram extraídas de bloco de PMMA compactado (Perea-lowery *et al.*, 2021).

2.4 Acabamento e Polimento

O acabamento e polimento foram requeridos em todos os espécimes, consistindo em lixa d'água de granulação 400, 600, 1000 e 2000 3M (São Paulo, SP, Brasil), por 10 segundos, pedra de silicone 3M (São Paulo, SP, Brasil), por 10 segundos, para acabamento, escova de

pelo 3M (São Paulo, SP, Brasil) e pedra-pomes 3M (São Paulo, SP, Brasil), por 10 segundos, roda de pano 3M (São Paulo, SP, Brasil) e pedra-pomes 3M (São Paulo, SP, Brasil), por 10 segundos, para lisura e brilho à superfície dos espécimes (Freitas *et al.*, 2023).

Após esta etapa, todas as amostras foram limpas em água destilada Iodontosul (São Paulo, SP, Brasil), por 10 min e secas com papel toalha *Snob* (Passo Fundo, RS, Brasil) (Freitas *et al.*, 2023).

Em seguida, os espécimes foram imersos em água destilada Iodontosul (São Paulo, SP, Brasil), por 48 horas, para eliminação do monômero residual (Freitas *et al.*, 2023).

Com isso, todas as amostras da pesquisa foram submetidas ao mesmo protocolo de acabamento e polimento supracitado, no sentido de padronizar os procedimentos técnicos e laboratoriais (Gruber *et al.*, 2021; Freitas *et al.*, 2023).

2.5 Rugosímetro

Inicialmente, a rugosidade de superfície foi mensurada através de um rugosímetro Hommel Tester (T1000, Santo André, São Paulo, Brasil), programado para mover uma ponta de diamante (5 μ m de raio), com carga constante, pela superfície de cada espécime de 0,25, seguindo um trajeto retilíneo de 1,5mm de comprimento, durante dez segundos (Çakmak *et al.*, 2022).

Através deste aparelho, foram observados a rugosidade, em termos de imagem, o perfil e o valor da medição destes corpos de prova (Çakmak *et al.*, 2022).

As amostras de resinas foram acopladas na base do aparelho e mensuradas suas rugosidades, através da superfície destes polímeros. Em seguida, as amostras foram mensuradas, através de três leituras distantes entre si em 1mm, centro, direita e esquerda e cada distância foi aferida por três vezes para se obter a média aritmética de cada distância de mensuração (Takhtdar *et al.*, 2023).

As amostras são submetidas a aferição da distância média entre os picos e vales, bem como o cálculo do desvio de seus valores em relação à linha média sobre toda a superfície de medição (Ra) (Takhtdar *et al.*, 2023).

Esses registros são complementados pelo cálculo da média das medidas da distância vertical entre o pico mais alto e o vale mais profundo em cinco pontos pré-determinados (Rz) (Alfouzan *et al.*, 2022).

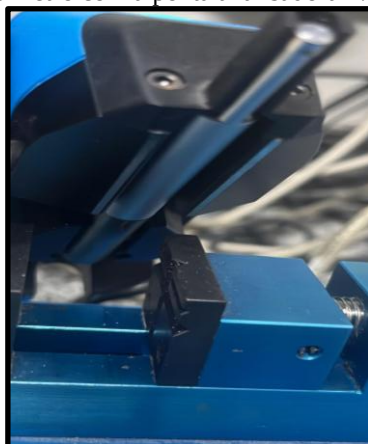
Estes corpos de prova foram submetidos à análise de rugosidade através do rugosímetro que está demonstrado abaixo nas figuras 1 a 5.

Figura 1. Aparelho do rugosímetro e equipamentos computadorizados



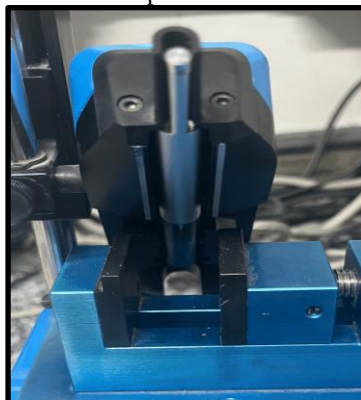
Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 2. Rugosímetro com a ponta analisadora 1.8N - vista lateral



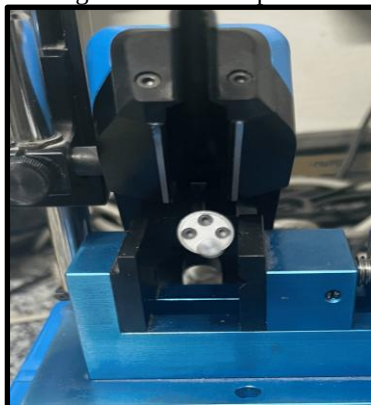
Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 3. Rugosímetro com a ponta analisadora 1.8N - vista frontal



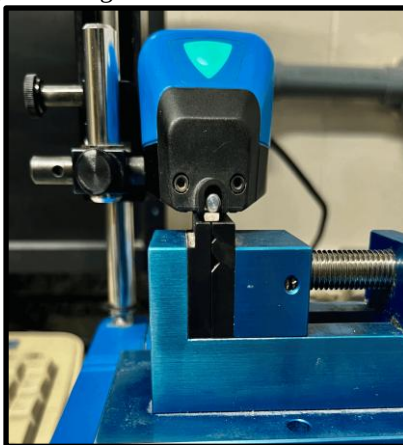
Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 4. Rugosímetro sem a ponta analisadora



Fonte: Acervo do pesquisador

Figura 5. Rugosímetro com amostra de resina



Fonte: Acervo do pesquisador

2.6 Cálculo Amostral

O tamanho amostral de cinco espécimes por grupo foi definido com base em estudos laboratoriais prévios da literatura que avaliaram propriedades mecânicas e de superfície de resinas acrílicas para prótese total, os quais frequentemente utilizam entre cinco e dez corpos de prova por grupo.

Além disso, a padronização rigorosa das amostras e das condições experimentais reduz a variabilidade dos resultados, permitindo detectar diferenças entre os grupos com número menor de espécimes.

A escolha do número ter sido igual a cinco, também considerou a disponibilidade de material, o custo experimental e o caráter exploratório do estudo, em conformidade com o princípio ético de utilizar o menor número de amostras necessário para responder à hipótese de pesquisa.

Embora amostras maiores possam aumentar o poder estatístico, estudos in vitro de materiais odontológicos frequentemente utilizam cinco espécimes por grupo quando a variabilidade é baixa e os métodos são altamente padronizados.

No presente estudo, a análise estatística foi capaz de identificar diferenças entre os grupos, indicando que o tamanho amostral adotado foi suficiente para responder ao objetivo da pesquisa.

2.7 Análise Estatística

Os dados foram inicialmente submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. As variáveis com distribuição normal foram apresentadas como média $\pm$ desvio-padrão e comparadas por análise de variância de uma via (ANOVA), seguida do teste de Tukey.

Para variáveis sem distribuição normal, utilizou-se o teste de Kruskal-Wallis, seguido do pós-teste de Dunn com correção para comparações múltiplas. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$). As análises foram realizadas no software R.

3 RESULTADOS

Para os resultados da pesquisa científica foram obtidos resultados de rugosidade média (Ra) e máxima (Rz) das resinas acrílicas termopolimerizável, impressa e compactada e/ou fresada, nas tabelas 3 a 5 abaixo:

Tabela 3. Medidas de Rugosidades (Ra) e (Rz) das amostras em resina acrílica termopolimerizável

Amostra	Ra	Rz
1 (Centro)	0,49 um	2,21 um
1 (1 mm a direita)	0,42 um	1,94 um
1 (1 mm a esquerda)	0,28 um	1,48 um
2 (Centro)	0,47 um	2,57 um
2 (1 mm a direita)	0,27 um	1,27 um
2 (1 mm a esquerda)	0,53 um	2,49 um
3 (Centro)	5,10 um	2,64 um
3 (1 mm a direita)	2,64 um	21,40 um
3 (1 mm a esquerda)	0,57 um	2,38 um
4 (Centro)	5,11 um	2,63 um
4 (1 mm a direita)	2,65 um	21,41 um
4 (1 mm a esquerda)	0,50 um	2,35 um
5 (Centro)	5,10 um	2,63 um
5 (1 mm a direita)	2,64 um	21,41 um
5 (1 mm a esquerda)	0,57 um	2,35 um

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

Tabela 4. Medidas de Rugosidades (Ra) e (Rz) das amostras em resina acrílica digital impressa

Amostra	Ra	Rz
1 (Centro)	0,03 um	0,19 um
1 (1 mm a direita)	0,98 um	4,12 um
1 (1 mm a esquerda)	1,89 um	9,81 um
2 (Centro)	1,21 um	4,54 um
2 (1 mm a direita)	1,17 um	5,92 um
2 (1 mm a esquerda)	1,60 um	6,84 um
3 (Centro)	0,73 um	4,26 um
3 (1 mm a direita)	0,60 um	2,75 um
3 (1 mm a esquerda)	1,18 um	4,30 um
4 (Centro)	0,72 um	4,25 um
4 (1 mm a direita)	0,61 um	2,73 um
4 (1 mm a esquerda)	1,15 um	4,31 um
5 (Centro)	0,73 um	4,25 um
5 (1 mm a direita)	0,60 um	2,73 um
5 (1 mm a esquerda)	1,18 um	4,31 um

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

Tabela 5. Medidas de Rugosidades (Ra) e (Rz) das amostras em resina acrílica compactada

Amostra	Ra	Rz
1 (Centro)	1,39 um	45,26 um
1 (1 mm a direita)	1,12 um	17,25 um
1 (1 mm a esquerda)	0,89 um	10,16 um
2 (Centro)	1,03 um	17,61 um
2 (1 mm a direita)	1,08 um	49,77 um
2 (1 mm a esquerda)	1,14 um	45,23 um
3 (Centro)	0,67 um	8,03 um
3 (1 mm a direita)	1,48 um	35,01 um
3 (1 mm a esquerda)	1,46 um	18,38 um
4 (Centro)	0,66 um	8,04 um
4 (1 mm a direita)	1,49 um	35,00 um
4 (1 mm a esquerda)	1,45 um	18,30 um
5 (Centro)	0,64 um	8,01 um
5 (1 mm a direita)	1,44 um	35,00 um
5 (1 mm a esquerda)	1,45 um	18,36 um

Fonte: Elaborada pelo pesquisador

Os valores da média, desvio padrão e valores mínimos e máximos das rugosidades das resinas acrílica, impressa e compactada e/ou fresada (Ra) e (Rz) se encontram abaixo nas tabelas 6 e 7 como também, nas figuras 6 e 7 respectivamente:

Tabela 6. Média (desvio padrão) e mediana (mínimo; máximo) da rugosidade superficial média (Ra) das resinas acrílicas avaliadas.

Grupo de resina	n	Média ± DP (N)	Mínimo	Máximo
Termopolimerizável	5	1,69 ± 1,82	0,27	5,11
Impressa digital	5	0,95 ± 0,45	0,03	1,89
Compactada ou Fresada	5	1,16 ± 0,33	0,64	1,49

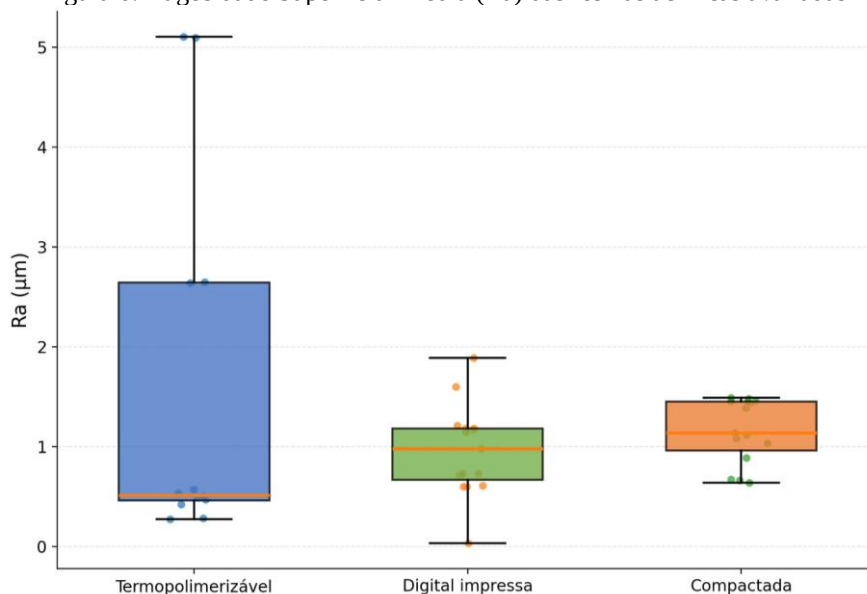
Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Tabela 7. Média (desvio padrão) e mediana (mínimo; máximo) da rugosidade superficial máxima (Rz) das resinas acrílicas avaliadas.

Grupo de resina	n	Média ± DP (N)	Mínimo	Máximo
Termopolimerizável	5	5,23 ± 7,44	1,27	21,41
Impressa digital	5	4,49 ± 2,07	0,19	9,81
Compactada ou Fresada	5	24,76 ± 14,76	8,01	49,77

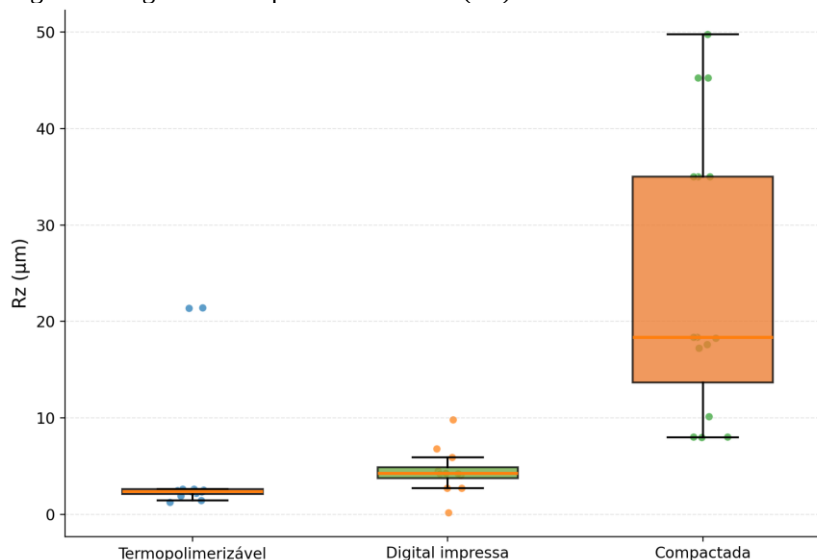
Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Figura 6. Rugosidade Superficial Média (Ra) das resinas acrílicas avaliadas



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Figura 7. Rugosidade Superficial Máxima (Rx) das resinas acrílicas avaliadas



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

A normalidade dos dados de rugosidade superficial (Ra e Rz) foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Após essa verificação, a comparação entre os grupos foi realizada por meio de

ANOVA para os dados paramétricos e pelo teste de Kruskal-Wallis para os dados que não atenderam aos pressupostos de normalidade.

A análise da rugosidade superficial das três resinas acrílicas demonstrou diferenças entre os materiais avaliados. A resina acrílica termopolimerizável apresentou os menores valores de rugosidade, com médias de Ra e Rz inferiores às observadas nos demais grupos, indicando uma superfície mais homogênea e regular.

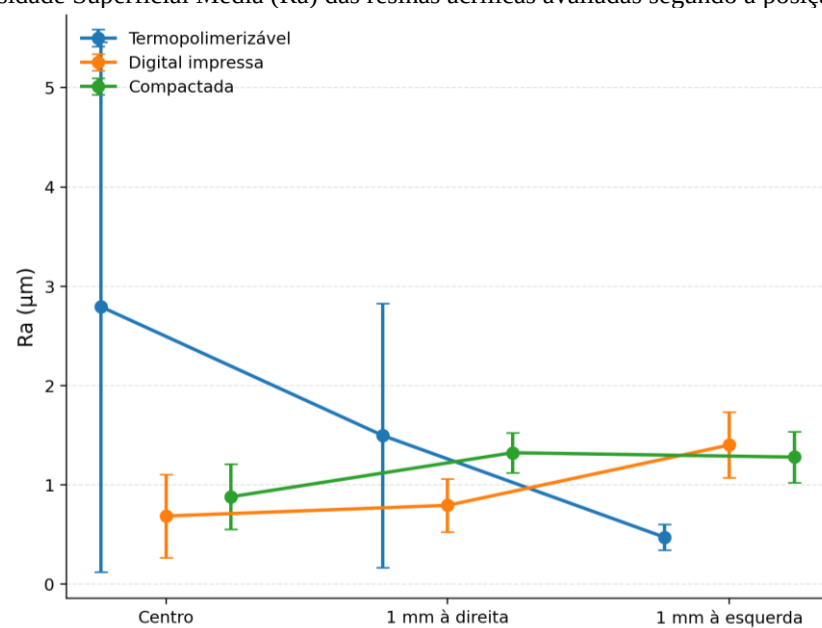
A resina acrílica impressa em 3D apresentou valores intermediários de rugosidade superficial, evidenciando maior variabilidade entre as leituras realizadas no centro e nas regiões laterais das amostras quando comparada à resina termopolimerizável.

A resina acrílica compactada apresentou os maiores valores de rugosidade entre os materiais analisados. Considerando todas as medições, a rugosidade média (Ra) foi de $1,16 \pm 0,33 \mu\text{m}$, enquanto a rugosidade máxima (Rz) apresentou média de $24,76 \pm 14,76 \mu\text{m}$.

Observou-se ampla dispersão dos valores de Rz, variando de 8,01 a $49,77 \mu\text{m}$, indicando maior irregularidade superficial quando comparada às demais resinas.

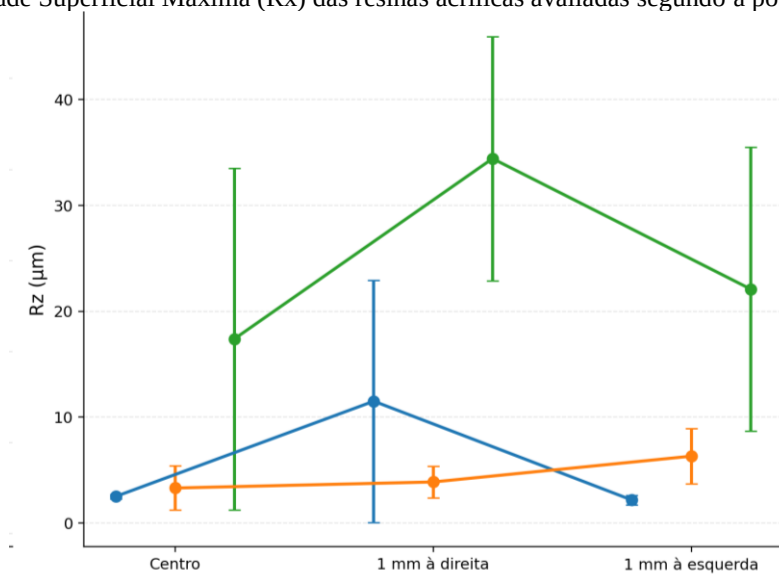
Na avaliação das diferentes regiões das amostras de resina compactada, os valores médios de Ra foram de $0,88 \pm 0,33 \mu\text{m}$ no centro, $1,32 \pm 0,21 \mu\text{m}$ a 1 mm à direita e $1,28 \pm 0,26 \mu\text{m}$ a 1 mm à esquerda. Para Rz, as médias foram de $17,39 \pm 16,41 \mu\text{m}$, $34,41 \pm 11,68 \mu\text{m}$ e $22,09 \pm 13,84 \mu\text{m}$, respectivamente, demonstrando maior irregularidade nas regiões laterais, como mostra nas figuras 8 e 9 abaixo:

Figura 8. Rugosidade Superficial Média (Ra) das resinas acrílicas avaliadas segundo a posição de mensuração



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

Figura 9. Rugosidade Superficial Máxima (Rx) das resinas acrílicas avaliadas segundo a posição de mensuração



Fonte: Elaborado pelo pesquisador

De forma geral, a resina termopolimerizável apresentou o melhor desempenho quanto à rugosidade superficial, seguida pela resina impressa em 3D, enquanto a resina compactada exibiu os maiores valores de Ra e Rz, caracterizando uma superfície mais rugosa.

Em ambos os parâmetros, observou-se diferença significativa entre os grupos avaliados ($p < 0,05$). A resina acrílica termopolimerizável apresentou os menores valores de Ra e Rz, seguida pela resina impressa em 3D, enquanto a resina acrílica compactada exibiu os maiores valores de rugosidade. Esses resultados indicam influência significativa do tipo de resina sobre a qualidade superficial das amostras e diferença entre os grupos avaliados quanto à rugosidade superficial (Ra e Rz).

Logo, esses achados indicam que o método de processamento influenciou diretamente a qualidade superficial das resinas avaliadas.

Nesta análise estatística demonstrou diferença significativa entre os grupos para os parâmetros de rugosidade ($p < 0,05$), confirmando que o tipo de resina exerceu influência significativa sobre os valores de Ra e Rz.

4 DISCUSSÃO

O parâmetro pesquisado no qual foi a rugosidade, está relacionado ao sucesso e longevidade das Próteses Totais, como também, a durabilidade, preservação e eficácia (Wang *et al.*, 2021).

A rugosidade das resinas acrílicas submetidas a processos de higienização, durante seu uso, faz com que exista uma maior facilidade de adesão de microrganismos, assim como a possibilidade de ocorrência de microfraturas e consequentes fraturas do próprio aparelho, pois ocorre um aumento, significativo, dos valores de rugosidade, quando realizados os métodos de higienização (Jung *et al.*, 2024).

Assim, superfícies rugosas apresentam nichos, onde microrganismos são protegidos das forças mastigatórias e dos procedimentos de higiene bucal (Fouda *et al.*, 2024).

Já as áreas mais polidas são as mais desejáveis, em termos de limpeza e redução de infecção bacteriana, pois ocorre redução da retenção de patógenos na superfície da resina acrílica, após um procedimento de limpeza convencional, favorecendo uma saúde oral satisfatória para o portador de PT (Cankaya *et al.*, 2020).

No entanto, visando aumentar a confiabilidade da metodologia do estudo, o protocolo de acabamento e polimento foi o mesmo para todas as resinas acrílicas. Neste sentido, ao analisarmos a rugosidade das superfícies, Çakmak, *et al.*, 2023 realizou uma pesquisa científica em que não haviam sido submetidas aos métodos de higienização, não houve diferença significativa, entre os três tipos de resina acrílica em relação a rugosidade média (Ra), demonstrando a similaridade estrutural destas resinas acrílicas, sendo esta metodologia, foi realizado um polimento em PT (polimento laboratorial convencional, o mesmo utilizado nesta pesquisa atual e obtiveram resultados positivos quanto a rugosidade dos aparelhos protéticos com diminuição, significativa, da rugosidade após o procedimento de polimento (Çakmak, *et al.*, 2023).

De fato, as novas resinas acrílicas surgidas, atualmente, apresentaram resultados satisfatórios em relação a estas propriedades em questão (Srinivasan *et al.*, 2021).

No entanto, ainda existe uma forte predileção para utilização das resinas convencionais, já que elas se encontram há décadas no cenário odontológico (Aal- Qarni; Gad, 2022; Jung *et al.*, 2024).

Parece que, de uma forma esclarecedora, não é o próprio material em si que irá ditar a regra de uma tecnologia mais avançada ou mais eficiente e moderna (Fouda *et al.*, 2023; Çakmak *et al.*, 2023).

Assim, a tecnologia CAD-CAM, suas particularidades e protocolos é que irão prevalecer com relação ao seu modo de ação, seus aspectos funcionais, a longevidade do aparelho, a satisfação dos usuários com relação, principalmente, ao tempo para a sua entrega do aparelho reabilitador e ao seu sucesso quanto a eficácia da PT, uma vez que as resinas impressas e fresadas não demonstraram superioridade em relação a todos os resultados, como a resina

acrílica digital impressa que não demonstrou superioridade absoluta em relação ao demais, mas se analisarmos seus resultados individuais, ela apresentou resultados satisfatórios medianos em relação às outras resinas, mas que podem ser utilizadas com segurança, já que apresentam um protocolo laboratorial e clínico preciso e satisfatório, em comparação com sistemas fresados (Freitas et al., 2023).

Portanto, para que os métodos computadorizados digitais sejam, definitivamente, utilizados como protocolos clínicos de escolha para o tratamento de rebordos edêntulos totais, estes devem ser mais pesquisados, principalmente, nas definições e padronizações das etapas clínicas da confecção de uma PT, mais do que o próprio material-base destes aparelhos, tanto no método digital fresado e impresso (Fouda *et al.*, 2023).

Em síntese, esta nova tecnologia de manufatura da PT ainda irá experimentar algumas dificuldades, principalmente em relação à captação de informações da cavidade oral para o sistema computadorizado, visto que a ausência de elementos dentários perde parâmetros para adquirir as informações do sistema estomatognático para a realização do tratamento reabilitador oral (Takhtdar *et al.*, 2023).

Além de outros procedimentos, principalmente, os estéticos e os protocolos laboratoriais considerada, ainda, a carência de laboratórios especializados no território brasileiro (Freitas *et al.*, 2023).

Contudo, esclarecer e fomentar uma literatura científica atual nesta subárea faz com que a resina acrílica, sendo o principal material odontológico para a execução de próteses, seja aprimorada e pesquisada ainda mais (Takhtdar *et al.*, 2023).

Não obstante, a operacionalização do PMMA existe, hoje, novas possibilidades de execução e, conseqüentemente, novos caminhos a serem percorridos, uma vez que existem grandes diferenças de protocolos clínicos e laboratoriais entre estas resinas acrílicas, originando um novo olhar para a área da Reabilitação Oral (Al-Dulaijan *et al.*, 2022; Jung *et al.*, 2024).

Por isso, o acabamento e polimento são imprescindíveis a qualquer artefato confeccionado com resina acrílica, antes da sua instalação na cavidade bucal, para que possam trazer benefícios como saúde e função (Çakmak, *et al.* 2023).

Em contrapartida, as resinas acrílicas digitais fresadas produzem blocos já polimerizados, industrialmente, sob alta pressão. Com isso, são menos porosos, comparados com os digitais impressos, já que o método de manufatura se difere, totalmente, sendo pelo método subtrativo (Alfouzan *et al.*, 2022).

Neste sentido, os sistemas digitais de fresagem podem produzir superfícies de próteses ainda mais lisas do que o processo convencional (Takhtdar *et al.*, 2023).

Existe também uma relação direta entre a rugosidade superficial e a resistência flexural, através de formação de trincas e, consequentemente, maiores possibilidades de fraturas durante o seu uso clínico (Alfouzan *et al.*, 2022).

No entanto, não é conclusivo supor que a rugosidade da superfície da fratura deva ser influenciada pelo comprimento da cadeia polimérica, uma vez que as forças intramoleculares não aumentam com o comprimento crescente da cadeia (Wei *et al.*, 2022).

Uma causa muito mais plausível de falta de homogeneidade dentro da microestrutura é a geometria, tamanho e distribuição do pó de polímero (Jung *et al.*, 2024).

Já em relação a uma liberação de monômero residual que ocorre durante o processo de manufatura é importante considerar que falhas na correta dosagem dos componentes das resinas de PMMA, que podem ocorrer alterações nas propriedades mecânicas e a estabilidade dimensional das próteses dentárias, as quais podem ser influenciadas, negativamente, pelo efeito plastificante do excesso de monômero (Wei *et al.*, 2022).

Com isso, teoricamente, bases de próteses digitais podem sofrer menores distorções durante o processamento e oferecem, portanto, melhor adaptação (Takhtdar *et al.*, 2023).

Logo, o baixo teor de monômero residual e a liberação de monômero dos blocos de resina CAD-CAM reduzem a adesão de *Candida albicans* na superfície da resina PMMA pré-polimerizada, comparada com a convencional (Wei *et al.*, 2022; Jung *et al.*, 2024).

No entanto, Wei *et al.* (2022) testaram a liberação de monômero residual e os efeitos biológicos de dois tipos de resinas para base de dentaduras (Convencionais: *Vertex* - resina acrílica termopolimerizável; Digital: Organic PMMA eco Pink— CAD/CAM PMMA) e dois tipos de resinas de características provisórias (Convencional: *Protemp*™ 4 – resina bisacrílica; Digital: Die material—CAD-CAM PMMA). Eles observaram que a liberação de monômero (MMA) foi verificada, apenas, no grupo de resina convencional termopolimerizada e a proliferação celular se mostrou maior nos grupos de resina CAD/CAM, não sendo identificada apoptose ou necrose celular, diferenciando a maioria dos estudos até então.

Contudo, mesmo no sistema digital de confecção de próteses é importante destacar que os materiais utilizados nas bases de próteses não contêm PMMA puro. Neste sentido, cada aditivo, assim como iniciadores de polimerização, aceleradores, agentes de ligações cruzadas e corantes podem influenciar as propriedades físicas e químicas do material (Wei *et al.*, 2022).

Isto posto, mesmo com essas diferenças nas propriedades químicas, o protocolo de processamento das resinas ainda é o principal determinante da rugosidade da superfície (Takhtdar *et al.*, 2023; Çakmak *et al.*, 2023).

Para resinas de bases de próteses, técnicas de polimento de alto brilho são capazes de melhorar os resultados de rugosidade superficial em espécimes manufaturados em resina fresada, impressa e autopolimerizável, sendo as fresadas as que apresentaram os menores valores de Ra e Rz, seguido das resinas produzidas por impressão 3D (Alfouzan *et al.*, 2022).

Consequentemente, o polimento mecânico produz uma superfície inferior, do ponto de vista da rugosidade, em comparação ao resultado obtido com o polimento químico (Takhtdar *et al.*, 2023; Çakmak *et al.*, 2023).

Clinicamente, esse é um processo que ainda precisa ser mais estudado, uma vez que na sessão de instalação de próteses totais é comum deixar a superfície mucosa da prótese sem polimento para garantir a correspondência máxima da base da prótese com os tecidos bucais, sabendo que existem outras variáveis em questão (Alfouzan *et al.*, 2022; Çakmak *et al.*, 2023).

No entanto, o PMMA apesar de suas falhas clínicas, ainda é considerado o material de eleição para a confecção de PTs e este material está sendo cada vez mais aprimorado e pesquisado, a fim de que se apresentem características clínicas, laboratoriais, estéticas e biológicas satisfatórias e com longevidade e sucesso durante o seu uso (Al-Dulaijan, *et al.* 2022).

Com isso, o PMMA continua sendo o material de escolha para a fabricação de PTs de qualquer forma de metodologia empregada para a sua construção (analogico ou digital) (Peroz *et al.*, 2021; Al-Dulaijan *et al.*, 2022).

Quanto aos parâmetros de medida de rugosidade, este está relacionado, diretamente, ao aumento da colonização bacteriana sobre sua superfície e ainda atua no desempenho clínico e na sua longevidade, juntamente com outras propriedades mecânicas como: a dureza e a resistência (Al-Dulaijan *et al.*, 2022)

No entanto, ainda não existe uma afirmativa conclusiva sobre qual resina acrílica apresenta desempenho superior quanto à rugosidade (Gad *et al.*, 2022; Jung *et al.*, 2024).

Basicamente, a manufatura destes aparelhos pelo sistema digital (aditivas e subtrativas) vem ganhando espaço em relação ao sistema tradicional ou convencional, embora ainda não haja definições concretas em relação a estas novas técnicas de fabricação de Próteses Totais (Al-Dulaijan *et al.*, 2022; Limírio *et al.*, 2022).

De modo geral, a técnica aditiva é mais rápida, tem custos mais baixos, não gera desperdício de matéria-prima e o equipamento está cada vez mais acessível para a comunidade odontológica (Jung *et al.*, 2024).

Assim, os aparelhos deste tipo de sistema digital devem apresentar uma relação custo-benefício favorável para a sua confecção, fazendo com que se torne uma opção viável e efetiva para a manufatura das Próteses Totais (Al-Dulaijan *et al.*, 2022; Gad *et al.*, 2022).

5 CONCLUSÃO

Após a realização desta pesquisa científica concluiu-se que:

Os menores valores de rugosidade (Ra e Rz) foi encontrada nas resinas termopolimerizáveis, seguidas das impressas e compactadas e/ou fresadas. Esses resultados indicam influência significativa do tipo de resina sobre a qualidade superficial das amostras e diferença entre os grupos avaliados quanto à rugosidade superficial (Ra e Rz). Com diferença significativa entre os grupos para os parâmetros de rugosidade ($p < 0,05$), confirmando que o tipo de resina exerceu influência significativa sobre os valores de Ra e Rz.

Logo, esses achados indicam que o método de processamento influenciou diretamente a qualidade superficial das resinas avaliadas.

No entanto, ainda não existe uma afirmativa conclusiva sobre qual resina acrílica apresenta desempenho superior quanto à rugosidade, necessitando de ainda mais pesquisas científicas em relação a este tema para obtermos uma conclusão assertiva.

REFERÊNCIAS

1. AL-DULAIJAN, Y.A.; ALSULAIMI, L.; ALOTAIBI, R.; ALBOAINAIN, A.; ALALAWI, H.; ALSHEHRI, S. et al. Comparative evaluation of surface roughness and hardness of 3D printed resins. **Materials**, [s.l.], v. 15, n.19, p.6822, 2022.
2. ALQARAWI, F.K.; GAD, M.M. Tendency of microbial adhesion to denture base resins: a systematic review. **Frontiers in Oral Health**, [s.l.], v. 16, n.5, may. 2024.
3. ÇAKMAK, G.; HESS, J.A.; DÖNMEZ, M.B.; YILMAZ, D.; ALHOTAN, A.; SCHIMMEL, M.; PEUTZFELDT, A.; YILMAZ, B. Effect of polishing and denture cleansers on the surface roughness of new-generation denture base materials and their color change after cleansing. **Journal of Prosthodontics**, [s.l.], v.25, 2023.
4. FOUDA, S.M.; GAD, M.M.; ELLAKANY, P.; EL ZAYAT, M.; FAROOQI, F. A; AKHTAR, S.; SALAH EL DIN, M. Influence of denture brushing on the surface properties and color stability of CAD-CAM, thermoformed, and conventionally fabricated denture base resins. **Journal of Prosthodontics**, [s.l.], nov.2023.
5. FREITAS, R.F.C.P.; DUARTE, S.; FEITOSA, S.; DUTRA, V.; LIN, W.S.; PANARIELLO, B.H.D.; CARREIRO, A.D.F.P. Physical, mechanical, and anti-biofilm

formation properties of CAD-CAM milled or 3D printed denture base resins: in vitro analysis. **Journal of Prosthodontics**, [s.l.], v. 32, n.S1, p. 38-44, apr.2023.

6. GAD, M. M.; ALSHEHRI, S.Z.; ALHAMID, S.A.; ALBARRAK, A.; KHAN, S.Q.; ALSHAHRANI, F.A.; ALQARAWI, F.K. Water sorption, solubility, and translucency of 3D-printed denture base resins. **Dentistry Journal**, [s.l.], v.10, n.3, p.42, 2022b.

7. GAD, M.M.; FOUDA, S.M.; ABUALSAUD, R.; ALSHAHRANI, F.A.; AL-THOBITY, A.M.; KHAN, S.Q. et al. Strength and surface properties of a 3D-printed denture base polymer. **Journal of Prosthodontics**, [s.l.], v.31, p.412-418, 2022a.

8. JUNG, G. K.; MORA, S. N.; YUNE, S. S.; PETRICH, A.; HERNANDEZ-FELDPAUSCH, M.; HAMLIN, C. M.; TUAMOKUMO, F.O.; KIM, J. J. Effects of aging on attachment of Candida albicans to conventional heat-polymerized, CAD-CAM milled, and CAD-CAM 3D-printed acrylic resin bases. **Journal of Prosthodontics**, v.19, mar. 2024.

9. KIM, T.H.; HUH, J.B.; LEE, J.; BAE, E.B.; PARK, C.J. Retrospective comparison of postinsertion maintenance between conventional and 3D printed complete dentures fabricated in a predoctoral Clinic. **Journal of Prosthodontics**, [s.l.], v.30, n.S2, p.158-162. 2021.

10. LIMÍRIO, J.P.J.O.; GOMES, J.M.L.; REZENDE, M.C.R.A.; LEMOS, C.A.A.; ROSA, C.D.D.R.D.; PELLIZZER, E.P. Mechanical properties of polymethyl methacrylate as a denture base: Conventional versus CAD-CAM resin: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Journal of Prosthetic Dentistry**, v.128, n.6, p.1221-1229, 2022.

11. MEIROWITZ, A.; RAHMANOV, A.; SHLOMO, E.; ZELIKMAN, H.; DOLEV, E.; STERER, N. Effect of denture base fabrication technique on candida albicans adhesion in vitro. **Materials**, [s.l.], v.14, n.1, p.221, 2021.

12. OLIVEIRA, E.; FIGUEIREDO, E.Z.; SPOHR, A.M.; GROSSI, M.L. Properties of acrylic resin for CAD/CAM: a systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Journal of Prosthodontics**, [s.l.], v.30, n.8, p.656-664, out. 2021.

13. PEREA-LOWERY, L.; MINJA, I.K.; LASSILA, L.; RAMAKRISHNAIAH, R.P.K.; VALLITTU. Assessment of CAD-CAM polymers for digitally fabricated complete dentures. **Journal of Prosthetic Dentistry**, [s.l.], v.125, n.1, p.175-181, 2021.

14. SRINIVASAN, M.; KAMNOEDBOON, P.; MCKENNA, G.; ANGST, L.; SCHIMMEL, M.; ÖZCAN, M.; MÜLLER, F. CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes. **Journal of Dentistry**, [s.l.], v.113, 2021.

15. TAKHTDAR, M.; AZIZIMOGHADAM, N.; KALANTARI, M.H.; MOHAGHEGH, M. Effect of denture cleansers on color stability and surface roughness of denture bases fabricated from three different techniques: Conventional heat-polymerizing, CAD/CAM additive, and CAD/CAM subtractive manufacturing. **Clinical and Experimental Dental Research**, [s.l.], v.9, n.5, p.840-850, 2023.

16. WANG, Y.F.; SHI, P.J.; XIE, J.H. Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. **Journal of Prosthet Dent**, [s.l.], v.125, n.2, p.249-256, 2021.

17. WEI, X.; PAN, Y.; WANG, M.; WANG, Y.; LIN, H.; JIANG, L.; LIN, D.; CHENG, H. Comparative analysis of leaching residual monomer and biological effects of four types of conventional and CAD/CAM dental polymers: an in vitro study. **Clinical Oral Investigations**, [s.l.], v. 26, n.3, p.2887-2898. mar. 2022.