



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

BÁRBARA LUÍSE MEDEIROS DOS SANTOS

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE REEMBASADORES
RÍGIDOS COM DISTINTOS ADESIVOS PARA DENTADURA
ANTES E APÓS A TERMOCICLAGEM AVALIANDO
MICRODUREZA, COR E RUGOSIDADE**

Araçatuba - SP
2025

BÁRBARA LUÍSE MEDEIROS DOS SANTOS

**ESTUDO COMPARATIVO ENTRE REEMBASADORES
RÍGIDOS COM DISTINTOS ADESIVOS PARA DENTADURA
ANTES E APÓS A TERMOCICLAGEM AVALIANDO
MICRODUREZA, COR E RUGOSIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Universidade Estadual
Paulista (UNESP), Faculdade de
Odontologia de Araçatuba, para obtenção
do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcelo Coelho
Goiato

Coorientador(a): Prof. Dr. Daniela
Micheline dos Santos

Araçatuba - SP
2025

Dedico este trabalho à minha família e amigos, principalmente à minha mãe por todo o apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças e iluminar cada passa dessa jornada.

Agradeço a minha mãe, Lilian, que sempre me aplaudiu tão alto que nunca senti falta de quem não aplaudiu. Me incentivou a voar e quando estava cansada me apoiava para continuar, "a vida é sempre em frente".

Aos meus irmãos, Maria e Lorenzo, sempre será por nós.

Aos meus pais, Wagner e Julio, pela força, apoio, conselhos e ensinamentos. Algumas escolhas se tornam mais fáceis quando sabemos que sempre teremos alguém para nos ajudar quando precisarmos.

Em especial a minha avó Maria do Carmo, que sempre me incentivou nos estudos e cobrava disciplina dizendo "quem não sabe fazer, não sabe mandar", "seja independente", obrigada por tudo.

A minha Família Rep. Essa Fadinha (Biu, B.o, Fuga, Lets, Maria, Matraca e Mylena) e agregados, obrigada... obrigada pelas risadas, pelos conflitos que nos fizeram aprender a lidar com as diferenças, pelos conselhos e acima de tudo pela cumplicidade. O destino foi gentil ao cruzar o meu caminho com o de vocês.

A todos os colegas que de alguma forma contribuíram com essa trajetória, principalmente minha parceira Gabi, única dupla de todos os anos, obrigada por toda ajuda, estresses e aprendizados juntas.

Aos entes queridos, que passaram em minha vida e hoje se encontram com Deus, em especial, a um grande amigo, Adilson Garzon.

A FOA, por ter me dado a oportunidade de ampliar meus conhecimentos, minha visão de mundo, pelas experiências vividas tanto profissional quanto pessoal, me tornando não apenas uma profissional capacitada, mas também uma pessoa mais consciente do meu papel na sociedade.

Ao Professor Dr. Marcelo Coelho Goiato por todas as orientações, conselhos e apoio, sua orientação foi essencial para esse trabalho e para meu

crescimento acadêmico. Um verdadeiro professor, não apenas no título, que não mede esforços para ensinar, corrigir e orientar. Meu muito obrigada.

A banca examinadora, a Professora Dra. Daniela Micheline dos Santos por toda ajuda, principalmente na ausência do Professor Marcelo. Sempre gentil e atenciosa, obrigada. Ao Professor Dr. João Paulo do Vale por ser um profissional exemplar e por ter aceito o convite.

Dra. Beatriz Miwa Nakano, por todo conhecimento compartilhado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pesquisa (processo 8848).

“Afeto e conhecimento são duas coisas que se você guardar você perde”

Mário Sérgio Cortella

RESUMO

SANTOS, B. L. M. **Estudo comparativo entre reembasadores rígidos com distintos adesivos para dentadura antes e após a termociclagem avaliando microdureza, cor e rugosidade.** 2025. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2025.

A estabilidade e funcionalidade das próteses totais dependem de diversos fatores clínicos e materiais, como retenção, adaptação, estabilidade de cor, microdureza e rugosidade superficial. O reembasamento tem o objetivo de restabelecer o ajuste da prótese aos tecidos de suporte, sendo realizado com materiais como resinas acrílicas. Este estudo teve como objetivo avaliar as propriedades de cor, microdureza e rugosidade de três resinas reembasadoras: Kooliner (GC America), TDV-Cold (TDV, Brasil) e Ufi Gel Hard C (VOCO, Alemanha), após o uso combinado com três diferentes fixadores (Corega, Fixodent e Poligrip) durante dois meses, seguido de envelhecimento por termociclagem, 5.000 ciclos. Foram confeccionadas 120 amostras e realizadas análises nos tempos T0 (inicial), T1 (após dois meses) e T2 (após termociclagem), além de caracterização por espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS) e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Os resultados demonstraram que o fator tempo teve influência significativa sobre todas as propriedades avaliadas, com aumento da microdureza e da rugosidade ao longo do tempo. O Ufi Gel Hard C apresentou maior estabilidade de cor e maior microdureza, mesmo após o envelhecimento, comportamento associado à presença de elementos como silício e bário em sua composição. A rugosidade também foi mais evidente nesta resina, como confirmado pelos dados e imagens do MEV. Conclui-se que, embora todos os materiais tenham sofrido alterações, o Ufi Gel Hard C apresentou desempenho superior.

Palavras-chave: resina acrílica; adesivos; dureza; propriedades de superfície; cor.

ABSTRACT

SANTOS, B. L. M. **Comparative study of hard reline materials with different denture adhesives before and after thermocycling evaluating microhardness, color, and roughness. 2025.** Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Araçatuba, 2025.

The stability and functionality of complete dentures depend on several clinical and material-related factors, such as retention, adaptation, color stability, microhardness, and surface roughness. The reline procedure aims to restore the fit of the prosthesis to the supporting tissues, typically using acrylic resins. This study aimed to evaluate the color, microhardness, and roughness properties of three hard reline resins: Kooliner (GC America), TDV-Cold (TDV, Brazil), and Ufi Gel Hard C (VOCO, Germany), after combined use with three different adhesives (Corega, Fixodent, and Poligrip) over a two-month period, followed by aging through thermocycling (5,000 cycles). A total of 120 specimens were fabricated and analyzed at three time points: T0 (initial), T1 (after two months), and T2 (after thermocycling), with additional characterization by energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) and scanning electron microscopy (SEM). Results showed that time significantly influenced all evaluated properties, with increases in microhardness and roughness over time. Ufi Gel Hard C demonstrated the highest color stability and microhardness, even after aging, a behavior associated with the presence of elements such as silicon and barium in its composition. Roughness was also more evident in this resin, as confirmed by SEM data and images. It was concluded that although all materials underwent changes, Ufi Gel Hard C showed superior performance.

Keywords: acrylic resin; adhesives; hardness; surface properties; color.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação esquemática das etapas metodológicas do estudo, desde o preparo das amostras até as análises finais dos parâmetros avaliados. 18

Figura 2 – Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS), antes e depois da resina reembasadora TDV-Cold. 21

Figura 3 – Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS), antes e depois da resina reembasadora Kooliner GC. 21

Figura 4 – Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS), antes e depois da resina reembasadora Ufi Gel Hard C. 22

Figura 5 – Microscópio eletrônico de varredura (MEV) X1000 das três resinas reembasadoras, TDV, Kooliner e Ufi Gel Hard C. 25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos materiais utilizados para a confecção das amostras	17
Tabela 2 – Análise da variância (ANOVA) dos valores de alteração de microdureza (Tukey $P < 0,05$)	19
Tabela 3 – Valores médios e desvio padrão da alteração de microdureza superficial (Knoop) comparando adesivos, fixadores e tempos diferentes.	19
Tabela 4 – Análise da variância (ANOVA) dos valores de alteração de rugosidade (Tukey $P < 0,05$)	23
Tabela 5 – Valores médios e desvio padrão da alteração de rugosidade	24
Tabela 6 – Análise da variância (ANOVA) dos valores de alteração de cor (Tukey $P < 0,05$)	26
Tabela 7 – Valores médios e desvio padrão da alteração de cor comparando adesivos, fixadores e tempos diferentes.	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO	14
3 METODOLOGIA E MATERIAIS	14
3.1 Confeção das amostras	14
3.2 Polimento das amostras	15
3.3 Leitura e separação dos grupos	15
3.3.1 Cor	15
3.3.2 Microdureza	16
3.3.3 Rugosidade	16
3.3.4 Termociclagem	16
3.3.5 Análise de energia dispersiva de raios X (EDS) e microscopia eletrônica de varredura (MEV)	16
3.4 Análise dos resultados	17
4 RESULTADOS	18
5 DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	30
7 REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A prótese dentária é uma ciência voltada para a substituição de dentes perdidos, visando restaurar as funções mastigatórias, estética, conforto e saúde bucal do paciente. Existem diferentes tipos de próteses, como as totais, que substituem todos os dentes de uma arcada, e as parciais e unitárias, indicadas para casos de perda de apenas alguns dentes.^{1,2}

O reembasamento de próteses totais consiste em ajustar a superfície interna da dentadura com o objetivo de melhorar o ajuste da base protética aos tecidos de suporte, que sofrem alterações ao longo do tempo devido à reabsorção óssea contínua. Esse procedimento é fundamental para restaurar o conforto, a estabilidade, o assentamento e a retenção da prótese, fatores frequentemente comprometidos pela perda de suporte ósseo.^{3,4}

Os materiais reembasadores, como resinas acrílicas e silicones, são aplicados para revestir total ou parcialmente a superfície da dentadura que entra em contato direto com a mucosa oral. Além de promoverem melhor adaptação, esses materiais também ajudam a distribuir de forma mais uniforme as forças mastigatórias e a absorver a energia gerada durante a função, contribuindo significativamente para o desempenho clínico da prótese.^{4,5}

A retenção das próteses totais continua sendo um desafio, uma vez que é influenciada por diversos fatores, como a quantidade e qualidade da saliva, a oclusão e a ação muscular.⁶

Além disso, a estabilidade da cor, a dureza superficial e a lisura são características cruciais para a durabilidade das próteses. A mudança de cor pode indicar envelhecimento ou danos nos materiais⁷. A dureza superficial afeta a resistência à abrasão⁸, enquanto a lisura superficial promove conforto e estética, reduzindo o acúmulo de bactérias.⁹

A literatura apresenta que o procedimento da termociclagem promove sucessivas contrações e expansões volumétricas dos materiais, ocasionando sua degradação¹⁰. Esta degradação pode ser refletida na descoloração da base das resinas acrílicas utilizadas em próteses totais e na redução da sua durabilidade¹¹.

Este estudo investigou o efeito dos materiais de reembasamento rígido na cor, microdureza e rugosidade das próteses à base de resina acrílica, aspectos pouco explorados na literatura científica até o momento.

2 OBJETIVO

Esse estudo teve o propósito de avaliar a estabilidade da cor, microdureza e rugosidade em reembasadores para indicação em próteses móveis, usando os reembasadores à base de resina acrílica, Kooliner (GC America - Alsip, EUA), TDV-Cold Liner (TDV - Pomerode, BR) e Ufi Gel Hard C (VOCO - Cuxhaven, Alemanha), foi aplicado na superfície três adesivos (corega, fixodent e poligrip) para fixação em próteses móveis por um período de 2 meses. Os fatores citados, foram avaliados antes e depois do período de 2 meses e, após a termociclagem. Também foi realizada a análise de energia dispersiva de raios x (EDS) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) inicial e final para complementar os resultados e discussão.

3 METODOLOGIA E MATERIAIS

3.1 CONFECÇÃO DAS AMOSTRAS

Foram confeccionados 120 amostras, sendo 40 utilizando os reembasadores a base de resina acrílica, Kooliner GC, 40 o TDV-Cold e as outras 40 Ufi Gel Hard C. Dessas 40 amostras tanto do Kooliner GC quanto do TDV-Cold e da Ufi Gel Hard C, 10 foram o controle, sem aplicação de fixadores para próteses móveis, 10 com adesivo Fixodent, 10 com adesivo Poligrip e 10 com adesivo Corega.

Essas amostras foram confeccionadas em uma matriz com dimensões de 22 mm ($\varnothing$) $\times$ 3 mm, cada reembasador foi manipulado conforme as instruções dos fabricantes, foram manipulados à $23^{\circ} \pm 2^{\circ}\text{C}$ com umidade relativa de $50\% \pm 10\%$ ¹². Em seguida, após o tempo de polimerização e consistência indicada para sua utilização, cada reembasador foi vertido na mencionada matriz metálica e uma pressão de 1,2 Kg até sua polimerização final.

3.2 POLIMENTO DAS AMOSTRAS

Após a separação das amostras elas foram polidas com lixas de diferentes granulações (280, 320, 600, 1200, Norton, São Paulo, Brasil) por 3 minutos (soma dos tempos de uso de cada lixa) e, a seguir, um polimento com feltro e solução de diamante de 1/4 micron (Buehler, Lake Bluff, IL, Estados Unidos).

Em seguida, os corpos de prova foram finalizados com pedra-pomes e branco da Espanha (Vigodent, Rio de Janeiro, Brasil) por 3 minutos em cada superfície sob refrigeração com água. Os corpos de prova foram polidos em polimento máquina (APL-4, Arotec, Cotia, Brasil).²

3.3 LEITURAS E SEPARAÇÃO DOS GRUPOS

Após o polimento final foi realizada a primeira leitura (inicial) das amostras para os testes de alteração de cor, microdureza e rugosidade.

Posteriormente para cada material reembasador, tivemos 4 grupos, sendo que grupo 1, não foi aplicado fixador de próteses, grupo 2 aplicado fixador Fixodent, grupo 3 aplicado fixador Poligrip e grupo aplicado fixador Corega. O grupo controle para os três reembasadores foram higienizados com sabão neutro diariamente e permaneceram em estufa em água destilada a 37°C por 2 meses. As amostras de ambos os reembasadores, foram submetidas a aplicação de fixadores diariamente, após a higienização com sabão neutro foi aplicado novamente os fixadores e foram armazenados em estufas por um período de 2 meses até realizar nas amostras a leitura T1 e T2 dos métodos avaliação da alteração de cor, microdureza e rugosidade:

3.3.1 COR

As leituras de cor foram feitas usando um espectrofotômetro de reflexão ultravioleta visível (UV- 2450, Shimadzu, Japão). A alteração de cor (ΔE) foi calculada pela Comissão Internationale de L'Eclairage (CIE) $L^*a^*b^*$ system. Utilizando a seguinte fórmula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$.¹³ O “L” representa o brilho de 0 (preto) a 100 (perfeito branco), o “a” representa a quantidade de vermelho (valores positivos) ou verde (valores negativos), e o “b” representa a quantidade de amarelo (valores positivos) ou azul (valores negativos).¹³

3.3.2 MICRODUREZA

A microdureza Knoop foi determinada de acordo com a American Society for Testing and Materials E384-11¹² usando um microendurecedor (HMV-2T; Shimadzu Corporation) com uma carga de 25 g por 10 segundos. Para cada amostra, cinco medidas foram realizadas. Cada amostra foi colocada a 500 µm de qualquer outra amostra e 500 µm das placas de amostra.

3.3.3 RUGOSIDADE (Ra e Rt)

Foi realizada uma análise da rugosidade na superfície por meio de perfilometria de contato, utilizando um perfilômetro de rugosidade de superfície SJ-401 (Mitutoyo, Kanagawa, Japão), apresentando um diamante de 2 mm de diâmetro. As configurações definidas foram: $\lambda = 0,08$ mm do comprimento de onda de corte e 0,25 mm de comprimento transversal a uma velocidade de 0,05 mm/s para as características de rugosidade de superfície Ra e Rt. Ra é a rugosidade média que é determinada pela média aritmética dos valores absolutos das ordenadas do perfil de rugosidade. Rt é a profundidade da rugosidade que representa a altura máxima de pico no perfil medido. Foi realizada três medições em cada amostra, sendo a média definida como o valor de rugosidade.¹⁴

3.3.4 TERMOCICLAGEM

Todas as amostras foram randomizadas aleatoriamente, conforme o tempo de envelhecimento, sendo considerado T0 amostras inicial, T1 armazenadas em água destilada em uma estufa (Equipamentos Científicos; Cienlab) a $37^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}$ e por dois meses serão passados os fixadores. E o T2 foram após as amostras serem submetidas a termociclagem (Modelo MSCT-3, Convel) em água destilada com banhos alternados de 30 segundos à temperatura de $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $55 \pm 1^{\circ}\text{C}$ (70s por ciclo; tempo de permanência: 30s; tempo de transferência: 5s) em diferentes números de ciclos: 5.000. A termociclagem, nas condições apresentada, representa a cada 5.000 ciclos um envelhecimento de 6 meses clínico da resina acrílica.^{15,16}

3.3.5 ANÁLISE DE ENERGIA DISPERSIVA DE RAIOS X (EDS) E MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

As amostras foram analisadas no T0 e T2, quanto à composição elementar com espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS). Os espectros de EDS

foram obtidos com um microscópio eletrônico de varredura (JSM5600LV; JEOL, Tóquio, Japão) equipado com um sistema EDS (Vantage; Thermo NORAN Inc, Middleton, Wisconsin). A energia do elétron primário será de 15 keV. Outros parâmetros de teste incluíram uma distância de trabalho de 20 mm, um tempo de processo de 10 segundos, um tempo ativo de 100 segundos e um tempo final de 30% a 40%. Duas áreas foram examinadas em cada amostra com ampliações entre 50× e 100×.^{2,17}

3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

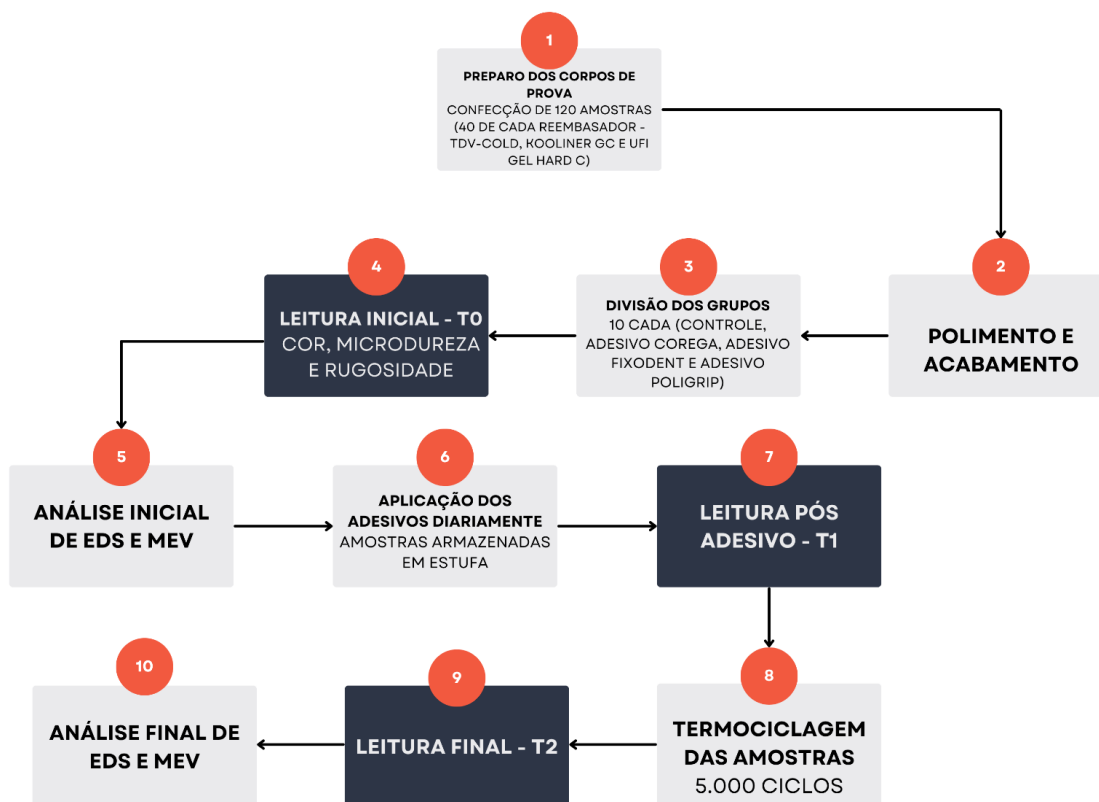
As avaliações estatísticas foram realizadas por meio do Software Jamovi (Versão 2.2, Projeto Jamovi, Austrália). A avaliação dos testes de dureza Shore A foi verificado pela análise de variância ANOVA de medidas repetidas, e a alteração de cor foi obtida pela análise de variância one way ANOVA. No caso de diferença estatística, foi aplicado o teste HSD Tukey e, em todos os casos, os valores foram considerados significativos quando p^* foi inferior a 0,05.

Tabela 1: Descrição dos materiais utilizados para a confecção das amostras

Marca Comercial	Fabricante
Reembasador Kooliner GC	GC America Inc., Alsip, Estados Unidos
Reembasador TDV-Cold	TDV Dental Ltda., Pomerode, Brasil
Reembasador Ufi Gel Hard C	VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemanha
Adesivo Fixodent	Haleon, Brentford, Reino Unido
Adesivo Poligrip	Procter & Gamble (P&G), Cincinnati, Estados Unidos
Adesivo Corega	Haleon, Brentford, Reino Unido

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Figura 1: Representação esquemática das etapas metodológicas do estudo, desde o preparo das amostras até as análises finais dos parâmetros avaliados.



Fonte: elaborado pelo autor. 2025

4 RESULTADOS

A análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas de microdureza superficial (Knoop) que é apresentada na Tabela 2 revelou que o fator "Tempo" teve efeito estatisticamente significativo, sobre a microdureza dos materiais testados. Também houve interação significativa entre os tipos de resina, o que indicou que a evolução da microdureza ao longo do tempo foi diferente entre os materiais. Já a interação em relação aos adesivos não foi significativa, mostrando que os diferentes adesivos não influenciaram o comportamento da microdureza com o passar do tempo.

Tabela 2: Análise da variância (ANOVA) dos valores de alteração de microdureza (Tukey $P < 0,05$)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Tempo	499.53	2	249.767	568.967	< .001
Tempo * Resina	206.09	4	51.522	117.367	< .001
Tempo * Adesivo	6.71	6	1.118	2.547	0.021
Tempo * Resina * Adesivo	4.82	12	0.402	0.915	0.532
Residual	94.82	216	0.439		

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão da alteração de microdureza superficial (Knoop) comparando adesivos, fixadores e tempos diferentes.

RESINAS	FIXADOR	T0	T1	T2	* $P < 0,05$
TDV	controle	7,7 A,a $\pm$ 0,22	8,58 A,b $\pm$ 0,6	9,56 A,c $\pm$ 0,64	
	corega	7,7 A,a $\pm$ 1	8,62 A,b $\pm$ 1	9,7 A,c $\pm$ 0,86	
	fixodent	7,9 A,a $\pm$ 0,95	8,58 A,b $\pm$ 0,74	9,56 A,c $\pm$ 0,69	
	poligrip	7,9 A,a $\pm$ 0,69	8,58 A,b $\pm$ 0,76	9,8 A,c $\pm$ 0,48	
Kooliner	controle	8,5 B,a $\pm$ 0,65	8,9 B,b $\pm$ 0,54	9,8 B,c $\pm$ 0,53	
	corega	8,5 B,a $\pm$ 0,53	8,9 B,b $\pm$ 0,7	10 B,c $\pm$ 0,55	
	fixodent	8,8 B,a $\pm$ 0,5	8,7 B,b $\pm$ 0,57	9,8 B,c $\pm$ 0,71	
	poligrip	8,8 B,a $\pm$ 0,51	8,9 B,b $\pm$ 0,87	10,2 B,c $\pm$ 0,83	
Ufi Gel C	controle	16,6 C,a $\pm$ 1,22	20 C,b $\pm$ 0,69	22 C,c $\pm$ 0,75	
	corega	16,6 C,a $\pm$ 1,27	20,8 C,b $\pm$ 1,30	22,6 C,c $\pm$ 0,92	
	fixodent	16,9 C,a $\pm$ 1,07	20 C,b $\pm$ 0,7	22 C,c $\pm$ 0,89	

poligrip	16,9 C,a ± 1,11	20 C,b ± 0,7	22,8 C,c ± 0,76	
*	*	*	*	

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

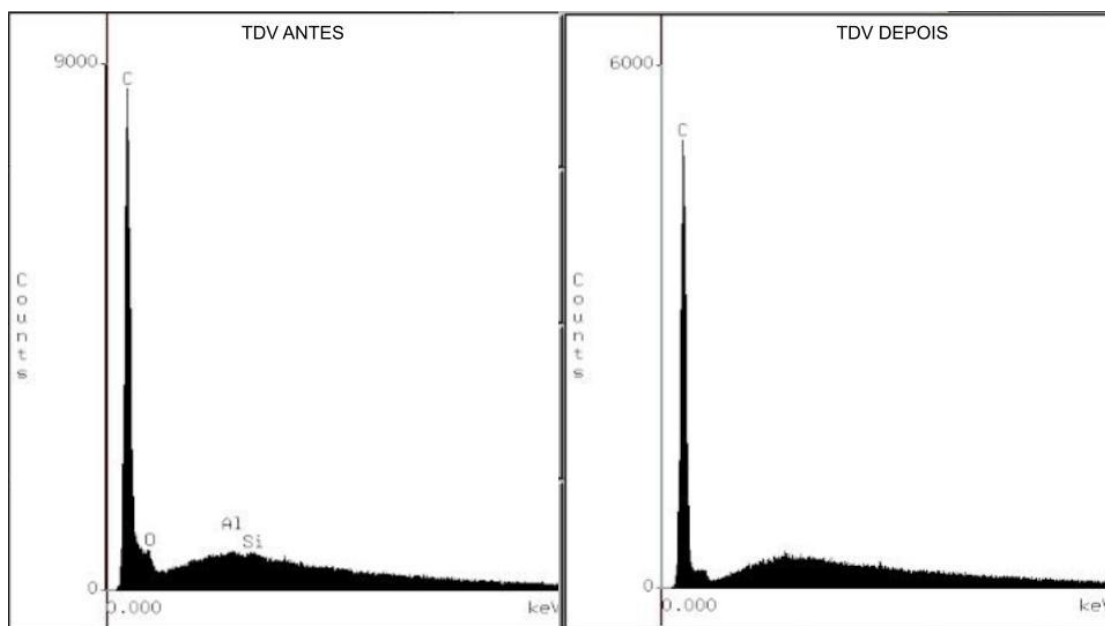
Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os dados da Tabela 3 mostraram que os materiais tiveram um aumento nas medidas da microdureza, sendo o UFI Gel Hard C com um maior aumento, o Kooliner GC menor e o TDV-Cold menor que o anterior. Todos tiveram um aumento na microdureza superficial após a termociclagem, conforme demonstrado pelo aumento nos valores médios (Knoop) entre as medições iniciais e finais. Este aumento foi mais evidenciado para alguns grupos, como do material Ufi Gel Hard C.

Também observou-se na Tabela 3 que todas as amostras apresentaram aumento significativo nos valores ao longo do tempo (T0, T1 e T2), independentemente do adesivo utilizado (Controle, Corega, Fixodent ou Polident). Por outro lado, os valores médios de microdureza dentro de cada tempo não apresentaram diferenças significativas entre os adesivos. Esses resultados sugerem que o fator tempo, associado possivelmente à ação da termociclagem, exerceu maior influência sobre o aumento da microdureza do que o tipo de adesivo aplicado.

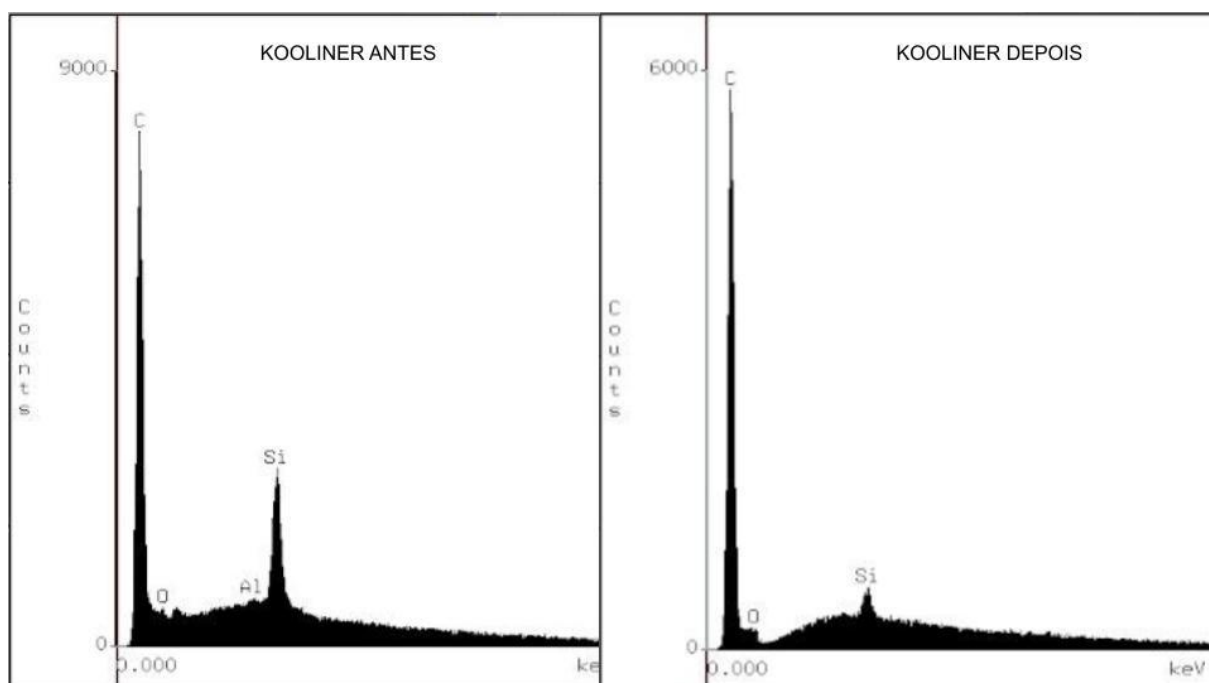
Na análise por espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS) permitiu observar alterações na composição química superficial dos reembasadores. Na leitura inicial, a resina Ufi Gel Hard C apresentou maior complexidade composicional, com presença de silício (Si), carbono (C), alumínio (Al) e bário (Ba), sugerindo maior quantidade de cargas inorgânicas. Kooliner apresentou C, Si e traços de Al, enquanto a TDV continha C, Al, Si e oxigênio (O). Após a aplicação dos adesivos e da termociclagem, observou-se uma redução geral na concentração dos elementos inorgânicos em todos os materiais, Figuras 2, 3 e 4, a aplicação dos adesivos não interferiu nos elementos presentes.

Figura 2: Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS), antes e depois da resina reembasadora TDV-Cold.



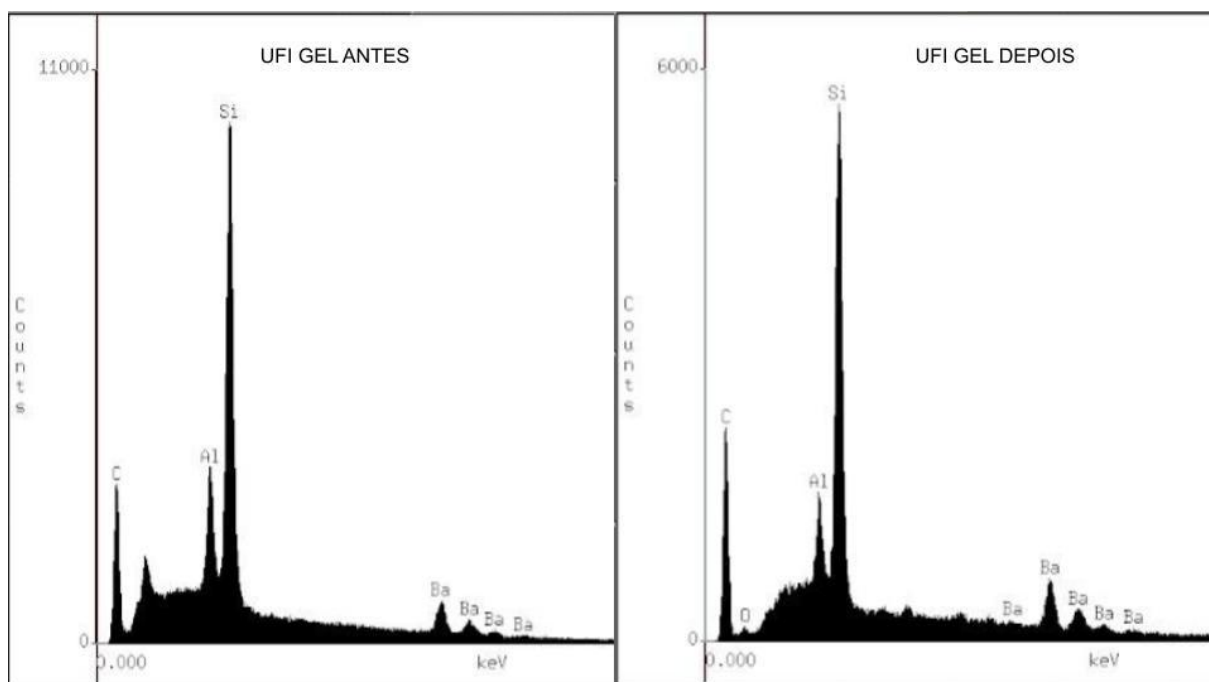
Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Figura 3: Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS), antes e depois da resina reembasadora Kooliner GC



Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Figura 4: Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS), antes e depois da resina reembasadora Ufi Gel Hard C.



Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Na análise da Espectroscopia de energia dispersiva de raios X (EDS) todos os reembasadores apresentaram redução na concentração de elementos em sua composição após a termociclagem. Foram evidenciados na composição do Ufi Gel Hard C, maiores concentrações dos elementos Silício e Bário, em comparação aos demais reembasadores, mesmo após a termociclagem por 5000 ciclos.

Na tabela 5, podemos verificar que há um aumento da rugosidade entre os tempos T0 (inicial), T1 (pós adesivo) e T2 (após termociclagem) dos materiais TDV-Cold, Kooliner GC e Ufi Gel Hard C.

A análise de variância de rugosidade que é apresentada na Tabela 4 indicou que o fator Tempo teve efeito estatisticamente significativo sobre a rugosidade superficial dos materiais analisados. Na Tabela 5, é possível verificar que o material TDV-Cold apresentou o menor valor inicial ($T_0 = 0,118 \mu\text{m}$), mas sua rugosidade aumentou progressivamente até T2 ($0,200 \mu\text{m}$). A resina Kooliner GC apresentou valores intermediários em todos os tempos, mas também com aumento. Já a Ufi Gel Hard C apresentou os maiores valores iniciais e manteve a rugosidade mais alta ao longo do tempo, embora com um aumento mais discreto entre os tempos ($0,183 \rightarrow 0,188 \rightarrow 0,205 \mu\text{m}$).

Tabela 4: Análise da variância (ANOVA) dos valores de alteração de rugosidade (Tukey P < 0,05)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Tempo	0.24503	2	0.1225	417.09	< .001
Tempo * Resina	0.05953	4	0.0149	50.66	< .001
Tempo * Adesivo	0.00213	6	3.54e-4	1.21	0.304
Tempo * Resina * Adesivo	0.00425	12	3.55e-4	1.21	0.280
Residual	0.06286	214	2.94e-4		

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Desvio Padrão	Kool	c	0.0178	0.0202	0.0142	
		cor	0.0173	0.0176	0.0132	
		fix	0.0142	0.0107	0.0164	
		pol	0.0183	0.0107	0.0145	
	TDV	c	0.0151	0.0207	0.0217	
		cor	0.0245	0.0353	0.0226	
		fix	0.0181	0.0171	0.0277	
		pol	0.00949	0.0306	0.0284	
	Ultra	c	0.0287	0.0278	0.0215	
		cor	0.0227	0.0142	0.0179	

fix	0.0196	0.0173	0.0306
pol	0.0267	0.0165	0.0178

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Tabela 5: Valores médios e desvio padrão da alteração de rugosidade

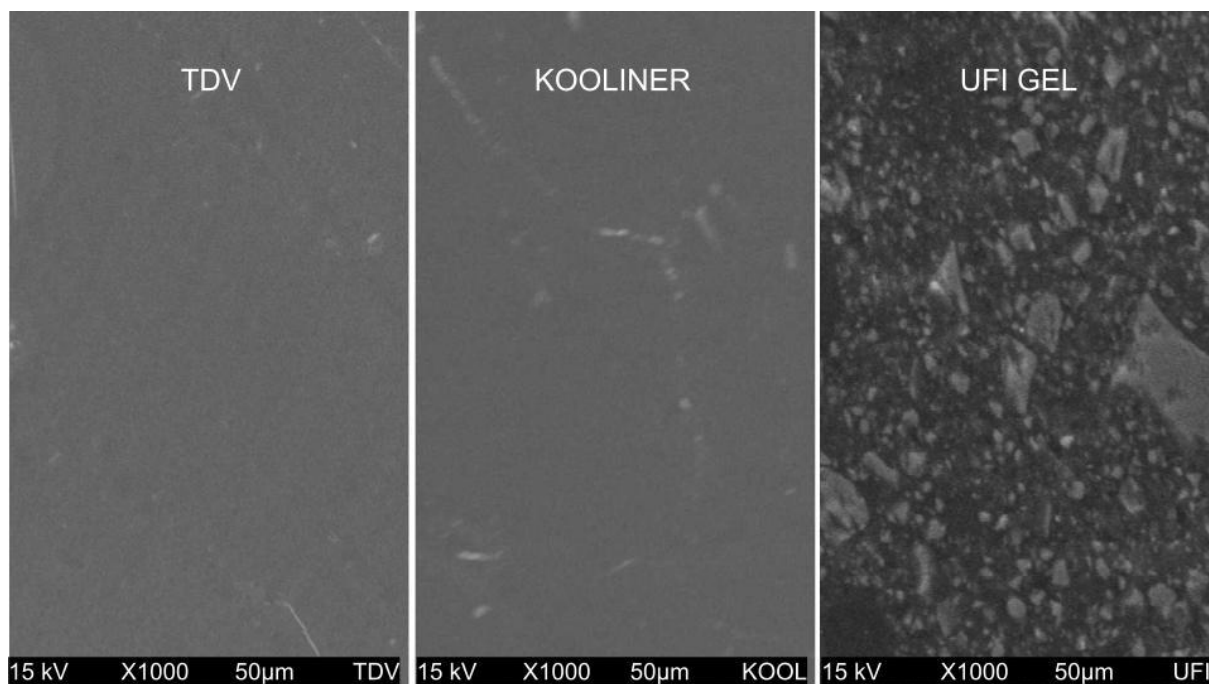
Resina / Tempo	T0	T1	T2	*P<0,05
TDV	0,118 Aa $\pm$ 0,01	0,147 Ab $\pm$ 0,02	0,2 Ac $\pm$ 0,02	*
KOOLINER	0,131 Ba $\pm$ 0,01	0,182 Bb $\pm$ 0,01	0,21 Ac $\pm$ 0,01	*
UFI GEL	0,183 Ca $\pm$ 0,02	0,188 Cb $\pm$ 0,01	0,205 Ac $\pm$ 0,02	*
*P<0,05	*	*	*	

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P<0,05$) pelo teste de Tukey.

Ao analisar as Tabelas 4 e 5, ao longo dos tempos avaliados (T0, T1 e T2), observou-se que a rugosidade variou entre os diferentes materiais, indicando uma interação significativa entre tempo e tipo de resina. Na comparação entre os materiais, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos tempos T0 e T1, sugerindo que o tipo de resina influenciou o comportamento da superfície nos estágios iniciais. No entanto, em T2 (após a termociclagem), os valores de rugosidade entre as resinas se aproximaram, o que sugere uma tendência de nivelamento das características superficiais após o envelhecimento simulado por 5.000 ciclos. Já as interações relacionadas aos adesivos não apresentaram significância estatística, indicando que a aplicação dos diferentes adesivos não teve impacto direto sobre a rugosidade superficial das resinas ao longo do tempo.

Figura 5: Microscópio eletrônico de varredura (MEV) X1000 das três resinas reembasadoras, TDV, Kooliner e Ufi Gel Hard C.



Fonte: elaborado pelo autor. 2025

A Figura 5 obtida por microscopia eletrônica de varredura (MEV) evidenciou diferenças na superfície das resinas analisadas, especificamente na Ufi Gel Hard C, que apresentou uma morfologia mais irregular e heterogênea. Em contraste, as superfícies das resinas TDV-Cold e Kooliner GC mostraram-se mais lisas e homogêneas, com menos irregularidades aparentes. Esses achados visuais estão de acordo com os dados da análise de rugosidade, que indicaram maiores valores para o Ufi Gel Hard C, enquanto TDV e Kooliner apresentaram valores mais baixos e semelhantes.

A análise de variância (ANOVA) dos valores de alteração de cor (ΔE) apresentada na Tabela 6 demonstrou que todos os fatores — tempo, tipo de resina e tipo de adesivo — tiveram influência estatisticamente significativa na alteração de cor. Isso indica que os materiais Kooliner GC, TDV-Cold e Ufi Gel Hard C apresentaram diferentes níveis de alteração de cor ao longo do tempo e em função dos diferentes adesivos utilizados, possível observar na Tabela 7. Embora o Ufi Gel Hard C tenha mantido os menores valores médios de ΔE em comparação aos demais, os dados demonstraram que todos os fatores testados contribuíram para variações significativas na estabilidade de cor das resinas.

Tabela 6: Análise da variância (ANOVA) dos valores de alteração de cor (Tukey $P < 0,05$)

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Tempo	1.238	1	1.2384	32.96	< .001
Tempo * Resina	0.308	2	0.1539	4.10	0.019
Tempo * Adesivo	3.673	3	1.2245	32.59	< .001
Tempo * Resina * Adesivo	0.282	6	0.0470	1.25	0.286
Residual	4.058	108	0.0376		

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Resina	17.52	2	8.761	44.90	< .001
Adesivo	3.31	3	1.103	5.65	0.001
Resina * Adesivo	3.12	6	0.520	2.67	0.019
Residual	21.07	108	0.195		

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Tabela 7: Valores médios e desvio padrão da alteração de cor comparando adesivos, fixadores e tempos diferentes.

RESINAS	FIXADOR	Delta 1	Delta 2	* $P < 0,05$
TDV	controle	4,04 A,a $\pm$ 0,51	4,07 A,a $\pm$ 0,4	
	corega	3,9 B,a $\pm$ 0,34	4,04 A,a $\pm$ 0,47	

Kooliner	fixodent	4,05 A,a ± 0,29	4,05 A,a ± 0,32	
	poligrip	4,09 A,a ± 0,4	4,05 A,a ± 0,41	
	controle	3,52C,a ± 0,13	3,7 B,b ± 0,38	
	corega	3,52C,a ± 0,28	3,7 B,b ± 0,44	
	fixodent	4,02AB,a ± 0,42	3,8 B,b ± 0,34	
	poligrip	3,54C,a ± 0,44	3,8 B,b ± 0,39	
Ufi Gel C	controle	3,34 D,a ± 0,11	3,8 B,b ± 0,3	
	corega	3,4 D,a ± 0,15	3,81 B,b ± 0,26	
	fixodent	3,86 B,a ± 0,25	3,74 B,a ± 0,24	
	poligrip	3,38 D,a ± 0,14	3,8 Bb ± 0,2	
*		*	*	*

Fonte: elaborado pelo autor. 2025

Nota: Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúsculas na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

5 DISCUSSÃO

Nos resultados da microdureza observamos que os materiais entre eles apresentaram dureza diferentes e com o tempo aumentou a dureza, conforme analisado na Tabela 3.

Neppelenbroek et al.¹⁸, relataram um aumento contínuo nos valores de microdureza superficial das resinas acrílicas analisadas até o período de sessenta dias de armazenamento em água, justificando que a liberação de monômero residual das bases de resina contribuiu para um aumento da microdureza superficial após a armazenagem em água¹⁹ e termociclagem. O aumento na dureza após a termociclagem pode estar relacionada a polimerização completa do reembasador e também a alteração de temperatura, que pode causar uma contração no material.²⁰⁻²³ Estudos mostraram que a exposição ao calor durante o envelhecimento acelerado, a termociclagem, provavelmente favoreceu a evaporação da água presente nas resinas, contribuindo para a remoção do monômero residual presente na superfície. Esse processo pode estar relacionado ao aumento observado nos valores de microdureza superficial, uma vez que a eliminação do monômero residual é frequentemente associada à melhora dessa propriedade mecânica.²⁴⁻²⁶

A diminuição dos elementos inorgânicos, principalmente Si, pode impactar propriedades como a microdureza, o que pode justificar os resultados mecânicos observados. A maior presença desses elementos na composição da resina Ufi Gel Hard C, explica o seu maior valor de microdureza, uma vez que essas partículas atuam como cargas de reforço, aumentando a resistência superficial do material.^{27,28}

Contudo, maiores valores de microdureza superficial podem ser interpretados como positivos, pois quanto maior a dureza menor a possibilidade de riscos e possíveis fraturas do material.^{20,21,23}

Estudos relataram que as medianas de microdureza do Kooliner GC podem variar entre $7,0 \pm 3,44$ KHN²⁹, outros relatam que podem variar entre $9,09 \pm 1,61$ ³⁰. Levando em consideração esses números, os valores obtidos por esse estudo estão dentro do aceitável. Não foram encontrados na literatura valores específicos de microdureza Knoop para as resinas TDV-Cold e Ufi Gel Hard C. No entanto, estudos que utilizaram a escala Vickers para comparação entre materiais indicam que a resina TDV-Cold tende a apresentar valores de microdureza inferiores, enquanto a Ufi Gel Hard C demonstra, de forma consistente, valores superiores em relação às demais resinas reembasadoras avaliadas, assim como no presente trabalho.³¹

No que se refere a rugosidade, foi verificado nas Tabelas 4 e 5 que as diferentes resinas tiveram um aumento ao longo do tempo. A análise da rugosidade superficial mostrou que a resina Ufi Gel Hard C apresentou os maiores valores iniciais entre os materiais avaliados, devido a presença do Si. Essa diferença também pôde ser confirmada por meio da Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), na qual a superfície do Ufi Gel se apresentou visualmente mais irregular quando comparada às demais. Essa rugosidade pode estar relacionada à sua composição mais complexa e à presença de maior quantidade de partículas inorgânicas, como evidenciado pela EDS. A superfície mais irregular pode impactar na estética e facilitar a adesão microbiana, apesar de contribuir para a resistência mecânica.^{32,33} Logo, a menor rugosidade das resinas TDV-Cold e Kooliner GC sugere melhor lisura superficial, o que pode favorecer o conforto do paciente e dificultar o acúmulo de biofilme, características importantes para o sucesso clínico das próteses.

Alterações na rugosidade superficial impactam diretamente a adesão microbiana, pois as irregularidades presentes funcionam como refúgios para microrganismos, favorecendo sua permanência nas superfícies mesmo após procedimentos usuais de higienização³⁴. Dessa forma, controlar a rugosidade superficial é essencial para assegurar o desempenho clínico dos materiais, uma vez que está relacionada à pigmentação extrínseca, alteração de cor, adesão de microrganismos, saúde dos tecidos bucais e ao conforto do paciente.³⁴

Em relação a cor, segundo os estudos de Goldstein e Schmitt³⁵ levamos em consideração que o ΔE é aceitável dentro do limite clinicamente de 3,7. Entretanto há controvérsias em relação a esse número, outros estudos trazem que o limite clinicamente aceitável é o de 3,3¹⁶.

Segundo Johnston e Kao valores de ΔE maiores que 3,3 indicam uma percepção clinicamente visual de mudança de cor.³⁶ Douglas e outros³⁷ relataram que um valor de ΔE acima de 2,6 é clinicamente perceptível, e maior que 5,5 é clinicamente inaceitável. Quanto menores os valores médios da mudança de cor (ΔE_{ab}), maior a estabilidade de cor do material.³⁸ Nesse contexto, a mudança de cor é perceptível em todas as resinas mas dentro dos parâmetros aceitáveis clinicamente, Tabela 7. Esse é um fator importante, pois a estética das próteses dentárias é fundamental para a satisfação dos pacientes.

A alteração de cor em resinas acrílicas pode ser aumentada pela exposição a agentes de coloração, o que reforça a necessidade de escolher com cautela os materiais utilizados para bases de próteses removíveis.³⁹ A interação entre os materiais e os adesivos é outro fator crítico que pode influenciar na estabilidade da cor. Neste estudo, a análise estatística indicou diferenças significativas na alteração de cor em função do tipo de adesivo, o fixodent. Esse fato pode ser explicado devido ao adesivo ter em sua composição um corante chamado CI 45410 (Red 27 Lake).

Além disso, este estudo apenas simulou uma condição clínica na qual muitos outros fatores podem afetar a cor. É importante enfatizar que outros fatores, isolados ou associados, como a má higienização da prótese, componentes, partículas do ambiente oral, porosidade do material associada à técnica de fabricação, falhas na superfície do material, e a superfície de polimento podem impactar na estabilidade da cor das resinas acrílicas.⁴⁰

A rugosidade por exemplo pode permitir a infiltração de substâncias corantes, enquanto um acabamento superficial inadequado pode facilitar o acúmulo de partículas que alteram a cor.⁴⁰ Levando em consideração os resultados desse estudos, a rugosidade final foi semelhante entre as três diferentes resinas entretanto, o Ufi Gel Hard C teve um menor ΔE na leitura de cor em comparação a TDV-Cold e Kooliner GC, portanto a alteração de cor não teve relação com a rugosidade.

A termociclagem promoveu alteração de cor, significativa, nas amostras de resinas. Estudos já demonstraram que a umidade e calor são fatores que podem causar degradação de polímeros.^{41,20,21} As temperaturas mais altas também podem causar porosidade gasosa ao ferver o monômero. As propriedades biomecânicas e estéticas das resinas acrílicas têm sido bem comprovadas, embora vários aspectos ainda precisem ser melhorados, como as características de polimerização, mudanças dimensionais devido à absorção de água e propriedades antibacterianas.⁴²

A variação entre as marcas em relação à suscetibilidade à mudança de cor pode ser justificada pelas diferentes composições do produto. A mudança de cor mais evidente da TDV-Cold pode ser devido à sua estrutura molecular.¹⁰ Estudos mostraram que a absorção de água é a principal responsável pela alteração de cor das resinas.¹¹ Portanto a TDV-Cold pode ter uma estrutura que influencia em uma maior absorção.

Outro fator que pode explicar a diferença de cor entre as resinas reembasadoras e sua alteração é a presença do Bário. Como já foi explicado, após a termociclagem houve uma redução dos elementos, indicando possível lixiviação de componentes ou degradação superficial relacionada à ação da água ou do envelhecimento. Essa perda pode impactar propriedades ópticas, especialmente a estabilidade de cor. O bário, atua como estabilizador e opacificador da cor e reduz a degradação por radiação UV e umidade.^{43,44} A presença consistente de Ba na composição da resina Ufi Gel Hard, mesmo após a termociclagem, contribuiu para sua maior estabilidade cromática ao longo do tempo. Essa partícula inorgânica atua como carga estrutural e estabilizante óptico, tornando a resina menos suscetível à alterações superficiais.⁴³⁻⁴⁵

Apesar da estatística não ter revelado diferenças significativas na alteração da microdureza e rugosidade, e a alteração de cor ser clinicamente aceitável, em função do tipo de adesivo utilizado, a escolha do adesivo continua sendo uma consideração importante. Isso se deve ao fato de que adesivos diferentes podem ter propriedades distintas que, embora não tenham manifestado uma diferença significativa na alteração de rugosidade e microdureza neste estudo, podem influenciar a performance geral da prótese em condições clínicas variadas.

Após os experimentos in vitro, estudos clínicos devem ser projetados e conduzidos para confirmar as alterações dos reembasadores no ambiente bucal real. A falta de estudos específicos sobre as alterações de reembasadores ao longo do tempo ressalta a necessidade de mais investigações.

6 CONCLUSÃO

Os reembasadores analisados apresentaram comportamento distinto frente ao envelhecimento e a termociclagem, com destaque para o Ufi Gel Hard C, que demonstrou maior estabilidade. O tempo foi o principal fator de influência nas propriedades de cor, microdureza e rugosidade.

REFERÊNCIAS

- 1- Russi, Sergio; Rocha, Eduardo P. Prótese total e prótese parcial removível. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas, Edição 2014
- 2- Goiato MC, Zuccolotti BC, Moreno A, Vechiato Filho AJ, Paulini MB, Santos DM. Effect of nanoscale particles incorporation on microhardness of polymers for oral prosthesis. *Contemp Clin Dent*. 2016 Jul-Sep;7(3):307-11. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5004541/>>
- 3- Pisani MX, Malheiros-Segundo Ade L, Balbino KL, de Souza RF, Paranhos Hde F, da Silva CH. Oral health related quality of life of edentulous patients after denture relining with a silicone-based soft liner. *Gerodontology*. 2012 Jun;29(2):e474-80. doi: 10.1111/j.1741-2358.2011.00503.x. Epub 2011 Jun 22. PMID: 21696442.
- 4- Silva Cde S, Machado AL, Chaves Cde A, Pavarina AC, Vergani CE. Effect of thermal cycling on denture base and autopolymerizing reline resins. *J Appl Oral Sci*. 2013;21(3):219-24. doi: 10.1590/1679-775720130061. PMID: 23857648; PMCID: PMC3881901.
- 5- Chaves CA, Vergani CE, Thomas D, Young A, Costa CA, Salih VM, Machado AL. Biological effects of soft denture reline materials on L929 cells in vitro. *J Tissue Eng*. 2014 Jun 23;5:2041731414540911. doi: 10.1177/2041731414540911. PMID: 25383166; PMCID: PMC4221910.
- 6- Telles, Daniel; Hollweg, Henrique; Castelluci, Luciano. *Protese Total: Convencional e Sobre Implantes*. São Paulo: Ed. Santos, Edição: 1a./2009
- 7- ROCHA, N. S.; PEGORARO, L. F. *Prótese total: fundamentos e laboratório*. São Paulo: Artes Médicas, 2000.
- 8- Dimiou AM, Michalakis K, Pissiotis A. Influence of thickness increase of intraoral autopolymerizing hard denture base liners on the temperature rise during the polymerization process. *J Prosthet Dent*. 2014 Jun;111(6):512-20. doi: 10.1016/j.prosdent.2013.07.021. Epub 2013 Dec 18. PMID: 24360010.
- 9- Goiato MC, Nóbrega AS, dos Santos DM, Andreotti AM, Moreno A. Effect of different solutions on color stability of acrylic resin-based dentures. *Braz Oral Res*.

2014;28:S1806-83242013005000033. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24878668/>>

10- Goiato MC, Nóbrega AS, dos Santos DM, Andreotti AM, Moreno A. Effect of different solutions on color stability of acrylic resin-based dentures. *Braz Oral Res.* 2014;28:S1806-83242013005000033. doi: 10.1590/s1806-83242013005000033. Epub 2013 Dec 17. PMID: 24878668.

11- Mancuso DN, Goiato MC, Zuccolotti BC, Moreno A, dos Santos DM. Evaluation of hardness and colour change of soft liners after accelerated ageing. *Prim Dent Care.* 2009 Jul;16(3):127-30. doi: 10.1308/135576109788634232. PMID: 19566987.

12- American National Standards Institute (ANSI)/American Dental Association, Specification No. 33, Dental product standards development vocabulary. Chicago: American Dental Association; 2003

13- Andreotti AM, Goiato MC, Moreno A, Nobrega AS, Pesqueira AA, dos Santos DM. Influence of nanoparticles on color stability, microhardness, and flexural strength of acrylic resins specific for ocular prosthesis. *Int J Nanomedicine.* 2014;9(1):5779-5787. Disponível em: <<https://doi.org/10.2147/IJN.S71533>>

14- Andreotti AM, Goiato MC, Moreno A, Nobrega AS, Pesqueira AA, dos Santos DM. Influence of nanoparticles on color stability, microhardness, and flexural strength of acrylic resins specific for ocular prosthesis. *Int J Nanomedicine.* 2014 Dec 10;9:5779-87. doi: 10.2147/IJN.S71533. PMID: 25525359; PMCID: PMC4266267.

15- Morresi AL;Amario M, Capogreco M, Gatto R, Marzo G; Arcangelo C, et al. Thermal cycling for restorative materials: does a standardized protocol exist in laboratory testing? A literature review. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2014. Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24135128/>>

16- Li P, Krämer-Fernandez P, Klink A, Xu Y, Spintzyk S. Repairability of a 3D printed denture base polymer: effects of surface treatment and artificial aging on the shear bond strength. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2021 Disponível em <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33279875/>>

17- Bitencourt SB, Bastos NA, Mazza LC, Rangel EC, De Souza GM, da Silva Pereira F, Goiato MC, Dos Santos DM, Pesqueira AA. Effect of handling material on mechanical and optical properties of feldspathic porcelain. *J Esthet Restor Dent.*

2021 Sep;33(6):919-924. doi: 10.1111/jerd.12665. Epub 2020 Oct 12. PMID: 33045124

18- Neppelenbroek KH, Kurokawa LA, Procópio AL, Pegoraro TA, Hotta J, Mello Lima JF, Urban VM. Hardness and surface roughness of enamel and base layers of resin denture teeth after long-term repeated chemical disinfection. J Contemp Dent Pract. 2015 Jan 1;16(1):54-60. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1635. PMID: 25876951.

19-Miessi AC., Goiato MC., Ribeiro PP., Santos DM., Pesqueira AA., Haddad MF. 54 Avaliação da microdureza superficial de quatro diferentes resinas acrílicas para base de dentaduras. Disponível em <<https://bds.ict.unesp.br/index.php/cob/article/view/291>>

20- Abrão, W. Envelhecimento das resinas acrílicas para base de dentaduras nas condições extremas. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo, 1990 (Tese).

21- SOUZA, Lucas Seraphim. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de resinas flexíveis sob a influência de termociclagem. 2017. 25 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Odontologia) - Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Faculdade de Odontologia de Araçatuba, 2017.

22- Goiato MC, Santos DM, Haddad MF, Pesqueira AA. Effect of accelerated aging on the microhardness and color stability of flexible resins for dentures. Brazilian oral research. 2010;24:114-9.

23- Goiato MC, Dos Santos DM, Baptista GT, Moreno A, Andreotti AM, Dekon SF. Effect of thermal cycling and disinfection on microhardness of acrylic resin denture base. Journal of medical engineering & technology. 2013;37:203-7.

24- Braun KO, Mello JA, Rached RN, Del Bel Cury AA. Surface texture and some properties of acrylic resins submitted to chemical polishing. J Oral Rehabil. 2003 Jan;30(1):91-8. doi: 10.1046/j.1365-2842.2003.00997.x. PMID: 12485391.

25- Archadian N, Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Matsumoto N. Flexural strength of rebased denture polymers. J Oral Rehabil. 2000 Aug;27(8):690-6. doi: 10.1046/j.1365-2842.2000.00552.x. PMID: 10931264.

26- Craig RG, Powers JM: Restorative Dental Materials, (ed 11). St Louis, MO, Mosby, 2002, pp. 20-35; 635-689.

27- Raszewski Z, Nowakowska-Toporowska A, Weźgowiec J, Nowakowska D, Więckiewicz W. Influence of silanized silica and silanized feldspar addition on the mechanical behavior of polymethyl methacrylate resin denture teeth. *J Prosthet Dent*. 2020 Apr;123(4):647.e1-647.e7. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.12.007. Epub 2020 Feb 28. PMID: 32115217.

28- Azmy E, Al-Kholy MRZ, Al-Thobity AM, Gad MM, Helal MA. Comparative Effect of Incorporation of ZrO₂, TiO₂, and SiO₂ Nanoparticles on the Strength and Surface Properties of PMMA Denture Base Material: An In Vitro Study. *Int J Biomater*. 2022 Apr 28;2022:5856545. doi: 10.1155/2022/5856545. PMID: 35528846; PMCID: PMC9072016.

29- Neves CB, Costa J, Portugal J, Bettencourt AF. Understanding the Mechanical, Surface, and Color Behavior of Oral Bioactive Prosthetic Polymers under Biodegradation Processes. *Polymers (Basel)*. 2023 May 31;15(11):2549. doi: 10.3390/polym15112549. PMID: 37299348; PMCID: PMC10255246.

30- Leite VM, Pisani MX, Paranhos HF, Souza RF, Silva-Lovato CH. Effect of ageing and immersion in different beverages on properties of denture lining materials. *J Appl Oral Sci*. 2010 Jul-Aug;18(4):372-8. doi: 10.1590/s1678-77572010000400009. PMID: 20835572; PMCID: PMC5349077.

31- Seo RS, Vergani CE, Giampaolo ET, Pavarina AC, Machado AL. Effect of a post-polymerization treatments on the flexural strength and Vickers hardness of relined and acrylic denture base resins. *J Appl Oral Sci*. 2007 Dec;15(6):506-11. doi: 10.1590/s1678-77572007000600010. PMID: 19089189; PMCID: PMC4327500.

32- Fernandes AU, Goiato MC, Dos Santos DM. Effect of weathering and thickness on roughness of acrylic resin and ocular button. *Cont Lens Anterior Eye*. 2010 Jun;33(3):124-7. doi: 10.1016/j.clae.2009.12.008. Epub 2010 Jan 13. PMID: 20074997.

33- Andreotti AM, Sousa CA, Goiato MC, Silva EVFD, Duque C, Moreno A, Santoso DMD. In vitro evaluation of microbial adhesion on the different surface roughness of

acrylic resin specific for ocular prosthesis. *Eur J Dent.* 2018 Apr-Jun;12(2):176-183. doi: 10.4103/ejd.ejd_50_18. PMID: 29988209; PMCID: PMC6004800.

34- Bitencourt SB, Catanoze IA, da Silva EV, dos Santos PH, dos Santos DM, Turcio KH, Guiotti AM. Effect of acidic beverages on surface roughness and color stability of artificial teeth and acrylic resin. *J Adv Prosthodont.* 2020 Apr;12(2):55-60. Disponível em: <https://doi.org/10.4047/jap.2020.12.2.55>.

35- Goldstein GR, Schmitt GW. Repeatability of a specially designed intraoral colorimeter. *J Próste Dent.* 1993 Jun;69(6):616-9. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(93\)90292-v](https://doi.org/10.1016/0022-3913(93)90292-v)

36- Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.* 1989 May;68(5):819-22. doi: 10.1177/00220345890680051301. PMID: 2715476.

37- Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG. Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent.* 2007 Apr;97(4):200-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2007.02.012. PMID: 17499089.

38- Al-Ameri A, Alothman OY, Alsadon O, Bangalore D. An In-Vitro Evaluation of Strength, Hardness, and Color Stability of Heat-Polymerized and 3D-Printed Denture Base Polymers After Aging. *Polymers.* 2025; 17(3):288. <https://doi.org/10.3390/polym17030288>.

39- Goiato MC, Nóbrega AS, dos Santos DM, Andreotti AM, Moreno A. Effect of different solutions on color stability of acrylic resin-based dentures. *Braz Oral Res.* 2014;28:S1806-83242013005000033. doi: 10.1590/s1806-83242013005000033. Epub 2013 Dec 17. PMID: 24878668.

40- Miéssi AC, Goiato MC, dos Santos DM, Dekon SF, Okida RC. Influence of storage period and effect of different brands of acrylic resin on the dimensional accuracy of the maxillary denture base. *Braz Dent J.* 2008;19(3):204-8. doi: 10.1590/s0103-64402008000300005. PMID: 18949291.

41- Agnelli J.A.M. Degradação, estabilização e envelhecimento de polímeros. Universidade Federal de São Carlos, 1993.

- 42- Altinci P, Durkaya P. Effects of thermocycling and various drinks on the color stability of heat-polymerized acrylic resin. *J Istanbul Univ Fac Dent*. 2016 Oct 1;50(3):15-20. doi: 10.17096/jiufd.28587. PMID: 28955571; PMCID: PMC5573510.
- 43- Andreotti AM, Goiato MC, Moreno A, Nobrega AS, Pesqueira AA, dos Santos DM. Influence of nanoparticles on color stability, microhardness, and flexural strength of acrylic resins specific for ocular prosthesis. *Int J Nanomedicine*. 2014 Dec 10;9:5779-87. doi: 10.2147/IJN.S71533. PMID: 25525359; PMCID: PMC4266267.
- 44- Haddad MF, Goiato MC, Dos Santos DM, Pesqueira AA, Moreno A, Pellizzer EP. Influence of pigment and opacifier on dimensional stability and detail reproduction of maxillofacial silicone elastomer. *J Craniofac Surg*. 2011 Sep;22(5):1612-6. doi: 10.1097/SCS.0b013e31822e5ef2. PMID: 21959398.
- 45- Zhou M, Drummond JL, Hanley L. Barium and strontium leaching from aged glass particle/resin matrix dental composites. *Dent Mater*. 2005 Feb;21(2):145-55. doi: 10.1016/j.dental.2004.02.009. PMID: 15681013.