

AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES ÓPTICAS, MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE RESINAS BISACRÍLICAS

JULIA KASTER SCHWANTZ¹; CARINE WELTER MEEREIS², FERNANDA BARBOSA LEAL³, ALINE OLIVEIRA OGLIARI⁴, FABRICIO AULO OGLIARI⁵; RAFAEL RATTO DE MORAES⁶

¹Faculdade de Odontologia, UFPel – juliakasters@gmail.com

²Faculdade de Odontologia, UFPel – carinemeereis@gmail.com

³Faculdade de Odontologia, UFPel – fernandableal@gmail.com

⁴Faculdade de Odontologia, UFPel – alineso.odonto@yahoo.com.br

⁵Engenharia de Materiais, UFPel - ogliari@gmail.com

⁶Faculdade de Odontologia, UFPel – moraesrr@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Restaurações provisórias são utilizadas em prótese fixa no período compreendido entre o preparo dentário e a restauração final, sendo de fundamental importância para o sucesso do tratamento protético. Restaurações provisórias são importantes para definir cor, forma e contorno de restaurações definitivas, especialmente em reconstruções estéticas complexas (SMALL, 2005). Além disso, são essenciais para proteção do tecido dental preparado, manutenção da saúde periodontal e reestabelecimento das relações oclusais até (CHRISTENSEN, 1996; DYKEMA et al., 1986).

A resina bisacrílica é um dos materiais indicados para confecção de restaurações provisórias, facilitando o procedimento por serem materiais de automistura e proporcionando estética satisfatória por apresentarem uma grande variedade de cor. Sabe-se que as resinas bisacrílicas apresentam adaptação marginal satisfatória, baixa contração de polimerização e menor liberação de calor que resinas acrílicas convencionais, além de maior dureza (BORGES et al., 2004). No entanto, muitas resinas bisacrílicas foram introduzidas recentemente no mercado odontológico, e suas propriedades em longo prazo ainda não foram avaliadas. Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a estabilidade de cor, morfologia de superfície e propriedades mecânicas de diversas resinas bisacrílicas comerciais.

2. METODOLOGIA

2.1 Preparo das amostras

Foram avaliadas quatro resinas bisacrílicas: Protemp 4 (3M ESPE), Structur 2 SC (VOCO), Systemp C&B II (Ivoclar Vivadent) e PROVIPlast (Biodinâmica). Foram misturadas as pastas base e catalisadora com auxílio de pistola e ponteiros de automistura e dispensadas em moldes cilíndricos de silicone de adição, cobertas com tira de poliéster e pressionadas entre lâminas de vidro por 10 min. Os espécimes polimerizados tiveram a superfície limpa com álcool 70% e ultrassom por 30 min. Para análise das propriedades ópticas e mecânicas (n=10 por grupo), os espécimes (14 mm x 0,5 mm) foram armazenados em água destilada (trocada semanalmente) na a 37°C por 1, 15 e 30 dias. Para análise da morfologia de superfície (n=3), os espécimes (6 mm x 1 mm) foram armazenados a seco e a face voltada para o silicone foi analisada, simulando o procedimento clínico.

2.2 Propriedades ópticas: Estabilidade de cor e parâmetro de translucidez

As propriedades ópticas foram avaliadas em um espectrofotômetro digital (SP60, X-Rite), com base nos parâmetros CIEL*a*b*, nos tempos 1, 15 e 30 dias. A mudança de cor (ΔE_{00}) foi calculada de acordo com a equação CIEDE2000 (SHARMA et al., 2004):

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{k_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C'}{k_C S_C}\right) \times \left(\frac{\Delta H'}{k_H S_H}\right)},$$

em que $\Delta L'$, $\Delta C'$ e $\Delta H'$ correspondem à alteração de valor, croma e matiz entre os espécimes avaliados. S_L , S_C e S_H correspondem à função de ponderação do valor, croma e matiz, respectivamente. K_L , K_C K_H correspondem a constante do coeficiente paramétrico definido pelo valor 1.

O parâmetro de translucidez (PT) foi avaliado medindo as coordenadas de cor CIEL*a*b* sobre fundos branco e preto, e calculados pela fórmula:

$$PT = [(L^*w - L^*b)^2 + (a^*w - a^*b)^2 + (b^*w - b^*b)^2]^{1/2},$$

em que “w” corresponde as coordenadas de cor sobre o fundo branco e “b” sobre o fundo preto.

2.3 Morfologia de superfície: Rugosidade e microscopia eletrônica de varredura

A leitura da rugosidade superficial (R_a , μm) foi realizada em rugosímetro digital (Surfcorder SE1200, Kosaka Lab) equipado com uma agulha de diamante (raio da ponta 0,5 μm) com uma precisão de 0,01 μm . A rugosidade de cada espécime ($n=3$) foi registada como a média de três leituras. A morfologia de superfície foi analisada por microscopia eletrônica de varredura (MEV; JSM-6610/LV; JEOL).

2.4 Propriedade mecânica: Resistência à flexão biaxial e módulo de elasticidade

O teste de resistência a flexão biaxial, utilizando dispositivo tipo *ball-on-ring*, foi realizado após 1, 15 e 30 dias em máquina de ensaios mecânicos (EMIC DL500). Os discos foram posicionados e uma carga compressiva aplicada até a fratura. Os dados de resistência à flexão (σ) e módulo de elasticidade (E) foram obtidos, de acordo com as fórmulas (XIA et al., 2014):

$$\sigma_{fb} = \frac{P}{t^2} \left\{ (1+\nu)485 \ln\left(\frac{a}{t}\right) + 0,52 \right\} + 0,48 \quad E = \left[\frac{dP}{dw} \right] \left[\frac{0,5024a^2}{t^3} \right]$$

em que, σ_{fb} corresponde à resistência à flexão biaxial (MPa), P à carga máxima (N), t à espessura do espécime (mm), ν ao coeficiente de Poisson, a ao raio suporte (mm), E ao módulo de elasticidade (GPa) e w ao deslocamento central do espécime (mm).

2.5 Análise estatística

O intervalo de confiança 95% (IC95) foi calculado e foi considerada diferença significativa quando os limites do IC95 não coincidiram entre os grupos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados das coordenadas de cor e translucidez das resinas bisacrílicas avaliadas após 1, 15 e 30 dias. Após 30 dias, nenhum material apresentou redução significativa de luminosidade (L^*), e apenas Protemp 4 não apresentou diferença significativa nas coordenadas de cor a^* e b^* . Além disso, apenas Protemp 4 e a Systemp C&B II mantiveram similar PT ao longo do tempo.

Tabela 1. Média \pm IC95 das coordenadas de cor e PT

Material	Tempo	Coordenadas de cor			PT
		L^*	a^*	b^*	
Systemp C&B II	1 dia	91,1 \pm 0,4 ^a	-1,0 \pm 0,2 ^b	10,3 \pm 0,3 ^b	42,4 \pm 2,7 ^a
	15 dias	91,0 \pm 0,3 ^a	-0,3 \pm 0,2 ^a	11,4 \pm 0,4 ^a	42,5 \pm 2,8 ^a
	30 dias	91,0 \pm 0,5 ^a	-0,4 \pm 0,2 ^a	10,5 \pm 0,6 ^{ab}	38,8 \pm 3,5 ^a
Protemp 4	1 dia	89,1 \pm 0,2 ^a	-0,1 \pm 0,2 ^a	11,3 \pm 0,4 ^a	43,2 \pm 3,7 ^a
	15 dias	89,1 \pm 0,4 ^a	-0,1 \pm 0,4 ^a	11,4 \pm 0,7 ^a	42,4 \pm 4,0 ^a
	30 dias	88,6 \pm 0,5 ^a	0,1 \pm 0,4 ^a	11,5 \pm 0,7 ^a	42,0 \pm 3,9 ^a
Structur 2 SC	1 dia	85,3 \pm 0,6 ^b	3,4 \pm 0,2 ^a	15,4 \pm 0,4 ^a	48,0 \pm 3,9 ^a
	15 dias	86,2 \pm 0,5 ^b	1,8 \pm 0,4 ^b	10,7 \pm 0,4 ^c	41,9 \pm 1,6 ^b
	30 dias	91,7 \pm 0,3 ^a	0,6 \pm 0,4 ^c	12,2 \pm 0,4 ^b	32,2 \pm 1,6 ^c
ProviPlast	1 dia	88,7 \pm 2,4 ^{ab}	3,3 \pm 0,4 ^a	18,2 \pm 0,5 ^a	43,8 \pm 4,0 ^a
	15 dias	89,9 \pm 0,3 ^a	0,8 \pm 0,1 ^c	11,3 \pm 0,4 ^c	34,3 \pm 2,2 ^b
	30 dias	87,3 \pm 0,4 ^b	1,9 \pm 0,2 ^b	12,2 \pm 0,4 ^b	41,0 \pm 2,4 ^a

Letras distintas indicam diferenças significativas entre os tempos de armazenagem.

A resina bisacrílica que apresentou a menor rugosidade foi Protemp 4 e a menor variação de cor foram Protemp 4 e Systemp C&B II (Tabela 2). Os materiais com partículas menores e mais regulares foram Protemp 4 e ProviPlast (Figura 1).

Tabela 2. Média (IC95) para rugosidade e variação de cor

Resinas bisacrílicas	Rugosidade (μm)	Variação de cor (ΔE_{00})	
		15 dias	30 dias
Systemp C&B II	0,24 (0,06) ^A	1,27 (0,15) ^{C a}	1,09 (0,20) ^{C a}
Protemp 4	0,07 (0,02) ^B	0,79 (0,32) ^{D a}	0,92 (0,30) ^{C a}
Structur 2 SC	0,38 (0,03) ^A	3,40 (0,30) ^{B b}	5,61 (0,47) ^{A a}
ProviPlast	0,34 (0,22) ^A	5,34 (0,71) ^{A a}	4,23 (0,82) ^{B a}

Letras maiúsculas: diferenças na coluna; letras minúsculas: diferença na linha.

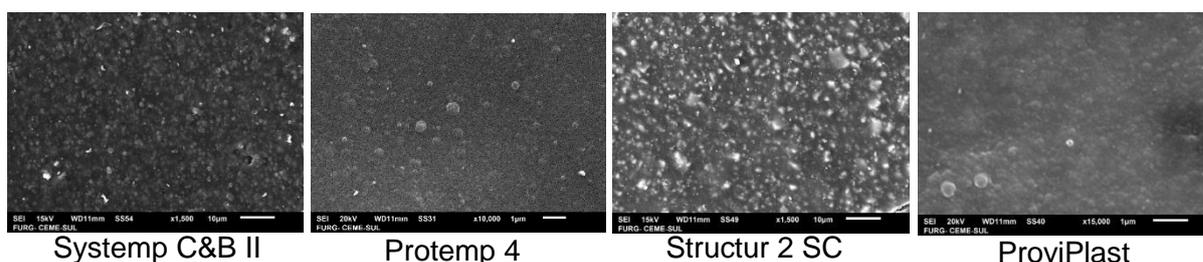


Figura 1. Morfologia de superfície em MEV das resinas bisacrílicas.

As resinas bisacrílicas Protemp 4 e Systemp C&B II apresentaram σ_{fb} e E significativamente superiores a Structur 2 SC e ProviPlast na maioria dos tempos avaliados (Tabela 3). Após 30 dias, nenhuma resina bisacrílica apresentou redução significativa da resistência mecânica.

Tabela 3. Média \pm IC95 para as propriedades mecânicas

Resinas Bisacrílicas	Tempo	σ_{fb} , MPa	E, GPa
Systemp C&B II	1 dia	397 \pm 78 ^{AB a}	6,3 \pm 9,6 ^{A b}
	15 dias	440 \pm 55 ^{AB a}	8,1 \pm 1,1 ^{A ab}
	30 dias	553 \pm 112 ^{AB a}	11,6 \pm 2,9 ^{A a}
Protemp 4	1 dia	547 \pm 106 ^{A a}	8,1 \pm 2,3 ^{A b}
	15 dias	566 \pm 115 ^{A a}	9,8 \pm 2,1 ^{A b}
	30 dias	555 \pm 87 ^{A a}	11,5 \pm 3,7 ^{A a}
Structur 2C	1 dia	316 \pm 33 ^{B a}	4,2 \pm 1,3 ^{B a}
	15 dias	335 \pm 51 ^{BC a}	4,9 \pm 1,1 ^{B a}
	30 dias	413 \pm 89 ^{AB a}	5,3 \pm 1,5 ^{B a}
ProviPlast	1 dia	297 \pm 35 ^{B b}	4,5 \pm 6,3 ^{B a}
	15 dias	278 \pm 45 ^{C b}	4,7 \pm 5,8 ^{B a}
	30 dias	404 \pm 60 ^{B a}	5,0 \pm 6,7 ^{B a}

Letras maiúsculas indicam diferenças na coluna entre as resinas, considerando o mesmo período de tempo; letras minúsculas indicam diferenças na coluna entre os tempos, considerando a mesma resina.

4. CONCLUSÕES

Com base nas propriedades avaliadas, as resinas bisacrílicas que apresentaram melhor desempenho e estabilidade de cor após um mês de armazenamento em água foram Protemp 4 e Systemp C&B II. Estudos clínicos podem prover mais evidências acerca do comportamento destes materiais.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SMALL, B. W. Pre-treatment wax-ups and provisorials for restorative dentistry. **Gen. Dent.**, v. 53, p. 98-100, 2005.
- CHRISTENSEN, G. J. Provisional restoration for fixed prosthodontics. **J. Am. Dent. Assoc.**, c. 127, p. 249-252, 1996.
- DYKEMA R. W.; GOODACRE C. J.; PHILLIPS, R. W. Modern practice in fixed prosthodontics. 4^a ed., Philadelphia: Saunders, p. 77-90, 1986.
- BORGES et al., Surface Roughness of Packable Resins polished with various systems. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 6^a ed., n. 1, 2004.
- SHARMA, G.; WU, W.; DALAL, E. The CIEDE2000 color-difference formula: Implementation notes, supplementary test data, and Mathematical Observations. **Color Research and Application**, New York v.30 n.1, p. 22-30, 2004.
- XIA W.; MOHD RAZI M. R.; ASHLEY P.; ABOU NEEL E. A.; HOFMANN M. P.; YOUNG A. M. Quantifying effects of interactions between polyacrylic acid and chlorhexidine in dicalcium phosphate – forming cements. **Journal of Materials Chemistry B**, 2, p.1673-1680, 2014.