



## Investigação original

# Influência da técnica de acabamento e do tempo de exposição na estabilidade cromática do bis-acrílico<sup>☆</sup>



Inês Henriques<sup>a,\*</sup>, Bruno Seabra<sup>a,b</sup>, Sofia Arantes-Oliveira<sup>a,b</sup> e Jaime Portugal<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Biomateriais, Faculdade de Medicina Dentária, Universidade de Lisboa, Lisboa, Portugal

<sup>b</sup> Unidade de Investigação em Ciências Orais e Biomédicas (UICOB - Unidade ID n°4062 da FCT), Lisboa, Portugal

### INFORMAÇÃO SOBRE O ARTIGO

#### Historial do artigo:

Recebido a 6 de agosto de 2014

Aceite a 19 de outubro de 2014

On-line a 26 de novembro de 2014

#### Palavras-chave:

Bis-acrílico

Estabilidade da cor

Acabamento

Polimento

Café

### R E S U M O

**Objetivo:** Avaliar o efeito do tipo de polimento e tempo de exposição ao café na estabilidade cromática de 2 resinas bis-acrílicas.

**Métodos:** Foram preparados 60 discos em resina bis-acrílica, 30 com Protemp-4 e 30 com Structur-3. As faces dos discos foram limpas com álcool e os espécimes divididos em 12 grupos experimentais (n=5), de acordo com tipo de resina e método de polimento (sem tratamento adicional; escova pelo-de-cabra; disco de grão grosso Sof-Lex seguido de escova pelo-de-cabra; sequência de discos Sof-Lex; disco de grão grosso Sof-Lex seguido de aplicação de Fortify; disco de grão grosso Sof-Lex seguido de Z-Prime Plus). Sessenta minutos após o polimento foi realizada a medição de cor inicial (CIE L\*a\*b\*) e os espécimes foram imersos em café. Após 24 horas e 7 dias de imersão foram realizadas novas medições de cor. A diferença cromática foi calculada com a fórmula  $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . Os dados foram analisados com testes estatísticos segundo os métodos de Kruskal-Wallis, Mann-Whitney e Wilcoxon (alfa = 0,05).

**Resultados:** Os valores  $\Delta E$  variaram entre 4,9-11,7 (24 horas) e 13,3-21,4 (7 dias). O aumento do tempo de imersão do bis-acrílico no café conduziu a aumento de  $\Delta E$  (p < 0,001). Às 24 horas não se encontraram diferenças entre os materiais (p = 0,941). Ao fim de 7 dias o Protemp-4 mostrou valores  $\Delta E$  (p = 0,032) inferiores aos obtidos com a Structur-3. Com exceção do Protemp-4 com 7 dias de imersão, a  $\Delta E$  foi influenciada pelo método de polimento (p < 0,05).

**Conclusão:** Todos os espécimes apresentaram valores de  $\Delta E$  considerados clinicamente inaceitáveis.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos os direitos reservados.

<sup>☆</sup> Menção honrosa do Prémio de Investigação SPEMD 2014.

\* Autor para correspondência.

Correios eletrónicos: [ineshenriques.16@hotmail.com](mailto:ineshenriques.16@hotmail.com), [ineshenriques@hotmail.com](mailto:ineshenriques@hotmail.com) (I. Henriques).

## Influence of finishing procedure and exposure time on color stability of bis-acryl

### A B S T R A C T

Keywords:  
Bis-acrylic  
Color stability  
Finishing  
Polishing  
Coffee

**Aim:** To study the effect of several polishing techniques and exposure time to a staining agent on the color stability of two bis-acrylic resins.

**Methods:** 60 cylindrical specimens of bis-acrylic were prepared, 30 with Protemp-4 and 30 with Struttur-3. Both sides of specimens were cleaned with alcohol and the specimens were allocated to 12 experimental groups (n = 5) according to the material and surface treatment performed (without any other treatment, goat hair brushes, Sof-Lex coarser grit disc followed by goat hair brushes, Sof-Lex sequence, Sof-Lex coarser grit disc with Fortify, Sof-Lex coarser grit disc with Z-Prime Plus). Sixty minutes after polishing, the baseline colour values (CIE L\*a\*b\*) were measured, and all the specimens were immersed in the staining solution (coffee). After 24 hours and 7 days additional measurements were taken. Colour changes were calculated by the formula:  $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . All data were statistically analysed by non-parametric tests according to Kruskal-Wallis, Mann-Whitney and Wilcoxon methods (alpha = 0.05).

**Results:**  $\Delta E$  mean values ranged between 4.9 and 11.7 after 24 hours of immersion and between 13.3 and 21.4 after 7 days. Increasing the immersion time in the staining solution led to an increase of  $\Delta E$  values ( $p < 0.001$ ). After 24 hours of immersion, there were no statistical differences among materials ( $p = 0.941$ ). After 7 days of immersion, Protemp-4 obtained lower  $\Delta E$  ( $p = 0.032$ ) than Struttur-3. The  $\Delta E$  was influenced by the polishing technique, except for Protemp-4 after 7 days of immersion ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** All specimens presented values for  $\Delta E$  that were considered clinically unacceptable.

© 2014 Sociedade Portuguesa de Estomatologia e Medicina Dentária. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

## Introdução

Os materiais utilizados para a confecção de restaurações provisórias em prosthodontia fixa podem ser divididos em várias categorias de acordo com a composição química. Tradicionalmente, as resinas acrílicas, à base de polimetilmetacrilato (PMMA) eram as mais utilizadas<sup>1-3</sup>. No entanto, a resina bis-acrílica tem vindo a tornar-se uma opção cada vez mais importante<sup>3-7</sup>.

Estes materiais bis-acrílicos são nanoparticulados e compostos por ésteres metacrilatos multifuncionais que devido ao elevado número de ligações cruzadas apresentam elevada resistência à flexão<sup>1</sup>. A presença de partículas de carga contribui para o aumento da sua dureza, resistência mecânica à fratura e abrasão<sup>1,6,8</sup>. De uma forma geral, são materiais de fácil manipulação que requerem um reduzido dispêndio de tempo clínico<sup>3,5-7,9,10</sup>. Possibilitam a obtenção de boa adaptação marginal, estética adequada e facilidade de reparação<sup>6,8-11</sup>. Comparativamente às tradicionais resinas acrílicas, apresentam baixa contração de polimerização e reduzida exotermia<sup>11-14</sup>, mas têm sido associadas a dificuldade de polimento adequado e a estabilidade cromática controversa<sup>1-3,15-21</sup>.

Em certas situações clínicas, cuja permanência em função das restaurações provisórias poderá ultrapassar os 6 meses, a estabilidade cromática dos materiais utilizados assume especial importância<sup>10,16,18</sup>. Alterações de cor clinicamente perceptíveis podem comprometer a aceitabilidade do tratamento provisório, podendo levar à insatisfação do

paciente com consequente aumento de dispêndio económico e de tempo clínico para a sua substituição<sup>20,22,23</sup>.

A estabilidade cromática destes materiais parece estar associada a múltiplos fatores, entre os quais se destacam o agente de pigmentação, características intrínsecas do material de restauração e capacidade de polimento<sup>16,21</sup>.

Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de verificar a estabilidade cromática do bis-acrílico quando submetido a diversas soluções pigmentantes de envelhecimento, comparando-o a outros materiais, como o PMMA e resinas compostas fotopolimerizáveis, mas os resultados apresentados são contraditórios<sup>1-3,10,15,16,18-23</sup>. Por outro lado, a influência do tipo de polimento e acabamento na estabilidade cromática do bis-acrílico está pouco estudada<sup>16</sup>.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do tipo de polimento e do tempo de exposição ao corante na estabilidade cromática de 2 resinas bis-acrílicas, de acordo com as seguintes hipóteses nulas: 1) a estabilidade cromática não é influenciada pelo tempo de exposição ao pigmento; 2) a estabilidade cromática não é influenciada pelo tipo de material utilizado; e 3) a estabilidade cromática não é influenciada pelo tipo de polimento realizado.

## Materiais e métodos

Neste trabalho experimental foi estudada a influência de 6 métodos de polimento na estabilidade cromática de 2 resinas bis-acrílicas comerciais, após 24 horas e 7 dias em contacto

com uma solução à base de café. Recorrendo a uma análise de poder estatístico foi estimado o tamanho da amostra ( $n=5$ ), para uma significância estatística de  $\alpha=0,05$  e  $1-\beta=0,80$ .

Foram preparados um total de 60 espécimes em forma de disco com 12 mm de diâmetro e  $2 \pm 0,15$  mm de espessura. Metade dos espécimes foram fabricados com Protemp™ 4 (3M ESPE, Neuss, Alemanha, Lote: 540328, Validade: 2016-01). Os outros 30 espécimes foram preparados com Structur® 3 (VOCO, Cuxhaven, Alemanha, Lote: 1208371, Validade: 2014-03).

Sobre uma placa de vidro foi colocada uma folha de acetato e sobre esta, uma anilha de borracha com uma cavidade interna de 12 mm de diâmetro e 2 mm de altura, que serviu de molde. A resina bis-acrílica foi inserida no molde num só incremento, mantendo a ponta da pistola sempre imersa no material e realizando um movimento lento e contínuo em volta do molde, de forma a minimizar a incorporação de bolhas de ar. Após o total preenchimento do molde com resina bis-acrílica foi, sobre esta, colocada uma segunda folha de acetato e outra placa de vidro. Foi aplicada pressão digital constante durante 10 segundos, de forma a garantir a produção de discos com uma espessura uniforme, superfícies lisas e paralelas entre si. Após um período de 10 minutos, em que todo o sistema foi mantido imóvel, os espécimes foram removidos do molde. Os espécimes foram inspecionados em contraluz e a sua dimensão foi confirmada com um espessímetro (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Japão). Todos os discos que apresentaram poros ou irregularidades foram rejeitados e substituídos.

Foi realizado o acabamento dos espécimes, passando uma bola de algodão embebida em álcool em ambas as superfícies, de acordo com as instruções dos respetivos fabricantes. Os espécimes foram posteriormente lavados com jato de água durante 5 segundos, secos com jato de ar e mantidos em ambiente seco, à temperatura ambiente, até serem submetidos ao polimento, de acordo com o respetivo grupo experimental.

Foram testados 6 métodos de acabamento e polimento que serviram de base para a subdivisão aleatória dos espécimes. Ambas as faces de cada espécime foram sujeitas ao mesmo método de polimento: 1) *Sem polimento adicional*; 2) *Pelo de cabra* – polimento com escova de pelo de cabra (Shiny S goat brush wheel RA, Micerium S.p.A., Avegno, Itália) durante 10 segundos; 3) *Sof-Lex + Pelo de cabra* – ação abrasiva de um disco laranja escuro de grão grosso, do sistema de acabamento e polimento Sof-Lex XT (Ref. 5082SK, 3M ESPE, Minnessota, EUA, Lote: N504216) durante 10 segundos, com movimento unidirecional e pressão ligeira e constante, seguido de polimento com escova de pelo de cabra durante 10 segundos; 4) *Sequência Sof-Lex* – polimento com sequência de 4 discos Sof-Lex XT, com movimento unidirecional e pressão constante e ligeira, de acordo com as instruções do fabricante, durante 10 segundos por disco; 5) *Sof-Lex + Fortify* – disco laranja de grão grosso Sof-Lex XT e posterior aplicação de uma camada fina e homogênea de Fortify™ Light-Cured Composite surface sealant (BISCO, Inc, Schaumburg, EUA, Lote:1200010525, Validade: 09-2015) fotopolimerizada durante 10 segundos (Curing Light XL3000, 3M ESPE, 470 mW/cm<sup>2</sup>); 6) *Sof-Lex + Z-prime Plus* – disco laranja de grão grosso Sof-Lex XT e posterior aplicação de 2 camadas de Z-prime Plus™ (BISCO,

Lote: 1000003112, Schaumburg, EUA), fotopolimerizadas em conjunto durante 20 segundos.

Foram assim constituídos 12 grupos experimentais, de acordo com as diversas combinações possíveis entre a resina bis-acrílica e o método de polimento utilizado. Todos os procedimentos de acabamento e polimento foram efetuados de forma padronizada pelo mesmo operador.

Após o polimento, os espécimes foram lavados e mantidos em meio seco, à temperatura ambiente de 22 °C, durante 60 minutos, antes da medição da cor inicial (T0) com o espectrofotómetro de contacto VITA Easysshade® (Vident™, Brea, CA, EUA). A cor foi analisada de acordo com o sistema *Commission International de l'Eclairage* (CIE)  $L^*a^*b^{21}$ . As medições foram feitas sobre um fundo cinzento neutro em câmara escura e foram recolhidos os parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ . Em cada espécime foram executadas 3 medições no centro da face. A média destas 3 medições foi utilizada como o valor do espécime em questão. O espectrofotómetro foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante, a cada 5 espécimes.

Em seguida, os espécimes foram colocados em reservatórios com 10 mL de solução de café (café solúvel, Pingo Doce, Portugal, diluição 2 gr/120 mL) e mantidos em estufa a 37 °C, durante 24 horas.

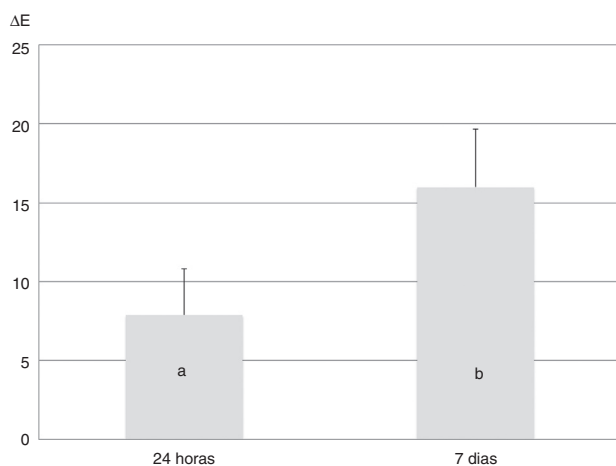
Após este período de imersão no corante, os espécimes foram lavados com água e escovados com escova elétrica (Oral-B® Vitality Precision Clean e cabeça de substituição Oral B® Dual Clean) durante 10 segundos, em cada face. Foram secos com papel absorvente e mantidos em meio seco à temperatura ambiente por 60 minutos, antes de se ter procedido à medição de cor (T1), de acordo com o procedimento descrito anteriormente.

De seguida, os espécimes foram imersos numa nova solução de café, com a mesma diluição que a anteriormente utilizada, e mantidos a 37 °C durante 6 dias. Durante esse período, a solução de café foi renovada uma vez por dia e os espécimes foram lavados e escovados com escova elétrica durante 10 segundos em cada face.

Após o período total de imersão, que representou um envelhecimento de 7 dias desde o seu fabrico, os espécimes foram lavados com água, escovados, secos e mantidos em meio seco por 60 minutos a 22 °C, antes de se ter procedido à medição de cor (T7), de acordo com o procedimento descrito para a medição inicial.

A diferença cromática ( $\Delta E$ ) foi calculada para as 24 horas e para os 7 dias através da equação<sup>24</sup>  $\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ . Os  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$  e  $\Delta b^*$  representaram a diferença entre o valor obtido no período em questão (24 horas ou 7 dias) e os valores iniciais, para cada parâmetro.

Por não se ter verificado a normalidade da distribuição da amostra pela aplicação do teste de Kolmogorov-Smirnov ( $p=0,006$ ), os dados da  $\Delta E$  foram analisados com testes estatísticos não paramétricos. A comparação entre  $\Delta E$  24 horas e  $\Delta E$  7 dias foi realizada recorrendo a testes para medições repetidas segundo Wilcoxon. Foram utilizados testes de Mann-Whitney para a análise da influência do tipo de material sobre a  $\Delta E$ . A influência do fator polimento foi analisada com testes de Kruskal-Wallis, seguidos de testes Mann-Whitney com correção de Bonferroni. O nível de significância estatística ( $\alpha$ ) foi fixado em 0,05.



**Figura 1 – Valores médios de ΔE e desvio padrão de acordo com o tempo de exposição. Colunas com letras iguais representam valores médios de ΔE estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).**

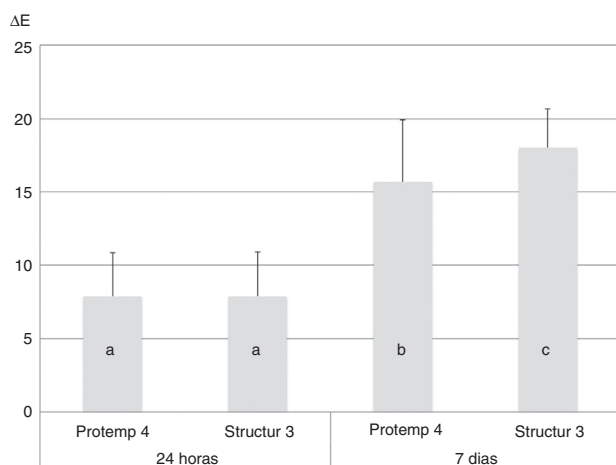
## Resultados

Os valores médios da ΔE obtidos às 24 horas variaram entre 4,9-11,7. Ao fim de uma semana observou-se um aumento dos valores médios da ΔE que variaram entre 13,3-21,4 (tabela 1).

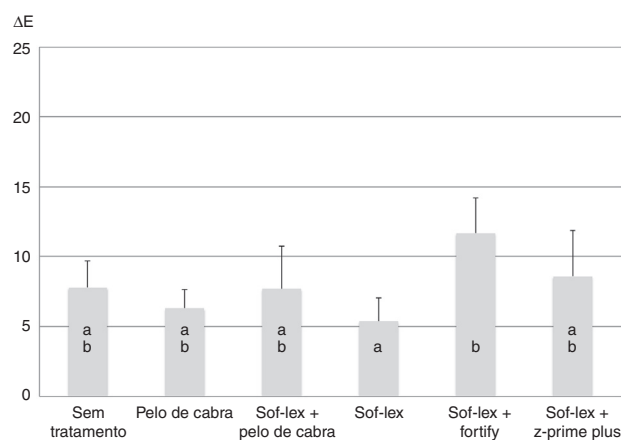
A comparação entre a ΔE 24 horas e ΔE 7 dias permitiu verificar um aumento estatisticamente significativo ( $p < 0,001$ ) da ΔE com o aumento do tempo de exposição (fig. 1).

Às 24 horas, o tipo de material utilizado não influenciou a ΔE de forma estatisticamente significativa ( $p = 0,941$ ). No entanto, ao fim de 7 dias, o Prot Kemp 4 mostrou valores de ΔE estatisticamente ( $p = 0,032$ ) inferiores aos obtidos com o Structur 3 (fig. 2).

Após 24 horas de imersão na solução de café, a ΔE sofreu uma influência estatisticamente significativa pelo tipo de polimento efetuado, tanto para os espécimes fabricados com



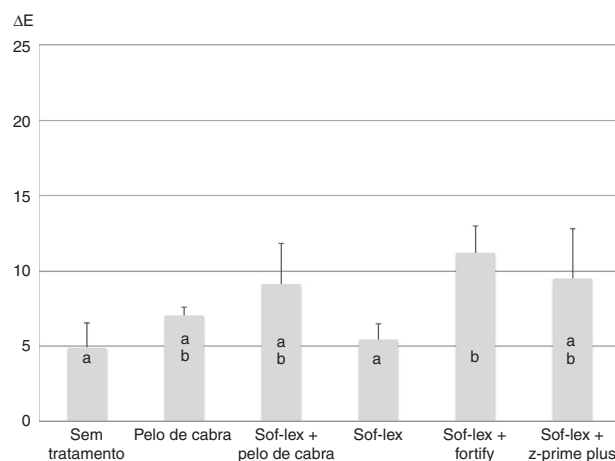
**Figura 2 – Valores médios de ΔE e desvio padrão de acordo com o material bis-acrílico utilizado para cada tempo de exposição. Colunas com letras iguais representam valores médios de ΔE estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).**



**Figura 3 – Valores médios de ΔE e desvio padrão de acordo com a técnica de acabamento para o Prot Kemp 4 com um período de exposição de 24 horas. Colunas com letras iguais representam valores médios de ΔE estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).**

Prot Kemp 4 ( $p = 0,044$ ) como com Structur 3 ( $p = 0,004$ ). No entanto, para o Prot Kemp 4 apenas se observaram diferenças com significado estatístico entre o polimento com a sequência de discos Sof-Lex e o polimento com o disco Sof-Lex seguido de aplicação de Fortify ( $p = 0,034$ ) (fig. 3). Para o Structur 3, os valores de ΔE obtidos com Sof-Lex mais Fortify foram estatisticamente superiores aos obtidos com o grupo controlo ( $p = 0,011$ ) e o grupo de espécimes polidos com a sequência de discos Sof-Lex ( $p = 0,027$ ) (fig. 4). Com 24 horas de exposição não se observaram mais diferenças com significado estatístico ( $p \geq 0,05$ ).

Para o período de exposição de 7 dias não foram encontradas diferenças com significado estatístico ( $p = 0,115$ ) entre os diferentes tipos de polimento em estudo, nos espécimes fabricados com Prot Kemp 4 (fig. 5). Tais diferenças apenas foram observadas para o Structur 3 ( $p = 0,005$ ). Neste caso,



**Figura 4 – Valores médios de ΔE e desvio padrão de acordo com a técnica de acabamento para o Structur 3 com um período de exposição de 24 horas. Colunas com letras iguais representam valores médios de ΔE estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).**

**Tabela 1 – Média e desvio padrão dos valores da  $\Delta E$  de acordo com o material, acabamento e tempo de exposição (n = 5)**

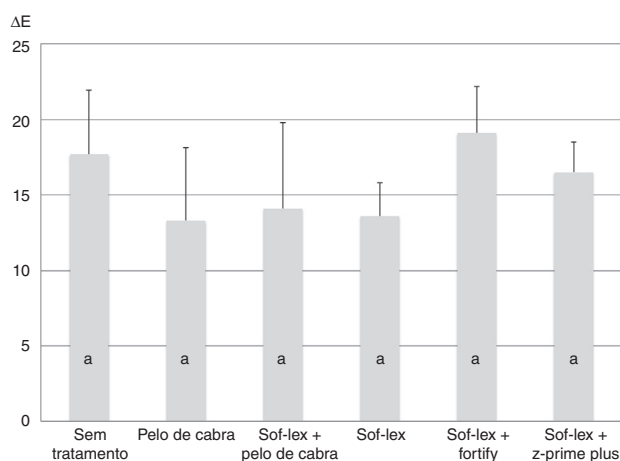
Material	Acabamento	Tempo de exposição	$\Delta E$ [média (desvio padrão)]
Protemp 4	Sem tratamento adicional (controlo)	24 horas	7,8 (1,92)
		7 dias	17,7 (4,27)
	Pelo de cabra	24 horas	6,3 (1,35)
		7 dias	13,3 (4,84)
	Sof-Lex + Pelo de cabra	24 horas	7,7 (3,03)
		7 dias	14,1 (5,68)
	Sequência Sof-Lex	24 horas	5,4 (1,63)
		7 dias	13,6 (2,21)
	Sof-Lex + Fortify	24 horas	11,7 (2,49)
		7 dias	19,1 (3,07)
	Sof-Lex + Z-Prime Plus	24 horas	8,6 (3,28)
		7 dias	16,5 (2,03)
Structur 3	Sem tratamento adicional (controlo)	24 horas	4,9 (1,61)
		7 dias	17,8 (0,77)
	Pelo de cabra	24 horas	7 (0,58)
		7 dias	17,8 (0,91)
	Sof-Lex + Pelo de cabra	24 horas	9,1 (2,74)
		7 dias	19,3 (3,59)
	Sequência Sof-Lex	24 horas	5,4 (1,05)
		7 dias	15,3 (1,46)
	Sof-Lex + Fortify	24 horas	11,2 (1,76)
		7 dias	21,4 (0,86)
	Sof-Lex + Z-Prime Plus	24 horas	9,5 (3,29)
		7 dias	16,3 (2,14)

o polimento com a sequência de discos Sof-Lex permitiu obter valores de  $\Delta E$  estatisticamente ( $p=0,003$ ) mais baixos que os obtidos no grupo de espécimes polidos com Sof-Lex e Fortify (fig. 6). Não foram observadas mais diferenças estatisticamente significativas ( $p \geq 0,05$ ).

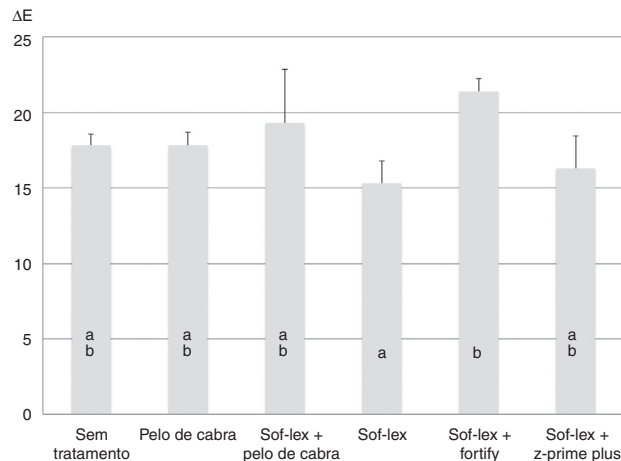
## Discussão

A solução de café foi escolhida como solução de envelhecimento, por fazer normalmente parte da dieta alimentar da população portuguesa e por ser apontada como uma das

bebidas com maior potencial pigmentante<sup>1,10,16,21</sup>. O mecanismo de coloração das resinas pelo café parece basear-se tanto no fenómeno de adsorção como de absorção de partículas de pigmento<sup>10,21</sup>. A grande capacidade de pigmentação é provavelmente devida ao reduzido tamanho molecular que apresenta e à sua capacidade de penetração na matriz da resina<sup>1,22</sup>. A escovagem realizada antes da medição da cor apenas consegue remover parte das partículas que estão adsorvidas à superfície, não eliminando o corante absorvido. Considerando uma média de consumo diário de 2,5 chávenas de café por dia e um tempo de consumo de 10 minutos,



**Figura 5 – Valores médios de  $\Delta E$  e desvio padrão de acordo com a técnica de acabamento para o Protemp 4 com um período de exposição de 7 dias. Colunas com letras iguais representam valores médios de  $\Delta E$  estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).**



**Figura 6 – Valores médios de  $\Delta E$  e desvio padrão de acordo com a técnica de acabamento para o Structur 3 com um período de exposição de 7 dias. Colunas com letras iguais representam valores médios de  $\Delta E$  estatisticamente semelhantes ( $p \geq 0,05$ ).**

a medição da cor após 24 horas simulou um período de consumo de quase 2 meses e a medição após 7 dias um período de aproximadamente um ano.

No presente estudo, a  $\Delta E$  foi influenciada pelo tempo de permanência no meio de envelhecimento, pelo tipo de material e pelo tipo de acabamento e polimento realizado. Desta forma, todas as hipóteses nulas estudadas foram rejeitadas.

O aumento da diferença cromática com o aumento do tempo de exposição, que se encontra em concordância com o observado em estudos anteriores, poderá estar relacionado com a acumulação de diversos fatores<sup>1,19,20</sup>. De facto, a alteração de cor dos materiais de restauração provisória tem sido apontada como tendo origem multifatorial<sup>16,21</sup>. Numa primeira fase, alteração de cor parece estar fundamentalmente dependente de fatores extrínsecos, como o tipo de pigmento e o tipo de polimento do material de restauração<sup>18</sup>. Esta maior preponderância inicial dos fatores extrínsecos poderá também justificar a semelhança observada entre os materiais de restauração ao fim de apenas 24 horas de imersão em café. À medida que estes materiais resinosos vão sofrendo absorção de água passam a ser os fatores intrínsecos os principais responsáveis pela sua estabilidade cromática<sup>16,22</sup>. Desta forma, as diferenças existentes na composição dos 2 materiais bis-acrílicos em teste poderão ser a justificação para as diferenças observadas ao fim de um período de 7 dias.

De acordo com os fabricantes das resinas bis-acrílicas avaliadas, o acabamento das restaurações poderá ser efetuado apenas pela remoção com álcool da camada superficial de material, que poderá apresentar polimerização inibida por contacto com o oxigénio. Tal procedimento foi simulado no grupo experimental considerado como grupo controlo. No entanto, na prática clínica, na maior parte dos casos, é necessário proceder à remoção de excessos, o que é vulgarmente realizado com brocas de tungsténio ou discos de lixa de grão grosso. Nestes casos, e de acordo com os respetivos fabricantes, a superfície do bis-acrílico poderá ser polida utilizando toda a sequência de discos Sof-Lex ou com uma escova de pelo de cabra. Por fim, tem também sido preconizada a utilização de selantes de superfícies como métodos eficazes na obtenção de superfícies lisas<sup>16,25</sup>. No entanto, existem poucos estudos que associem o seu uso às resinas bis-acrílicas.

De um modo geral, não foram observadas diferenças com significado estatístico entre os diversos métodos de acabamento e polimento estudados. Apenas se encontraram diferenças entre o grupo de espécimes polidos com a sequência de 4 discos Sof-Lex e o grupo em que foi aplicado o selante Fortify, para o Protemp 4 ao fim de 24 horas e para o Structur 3 nos 2 tempos de exposição. Nos espécimes fabricados com Structur 3 também se observaram diferenças entre o grupo de controlo e o método com Fortify, após 24 horas de imersão em café. A inspeção visual dos espécimes sujeitos à ação abrasiva de discos Sof-Lex de grão grosso e revestidos com Fortify permitiu identificar a infiltração do corante entre o bis-acrílico e o selante, facto que sugere a ausência de união química entre os 2 materiais e parece justificar a maior alteração cromática registada nestes espécimes. Por outro lado, esta maior influência dos fatores intrínsecos com um tempo de exposição mais longo também poderá ter contribuído para o desaparecimento ao fim de 7 dias das diferenças observadas entre os métodos de polimento às 24 horas para o Protemp 4.

Embora não exista unanimidade, valores de  $\Delta E$  inferiores a um têm sido relacionados com alterações imperceptíveis ao olho humano e valores de  $\Delta E$  inferiores a 3,7 representam alterações cromáticas clinicamente aceitáveis<sup>10,16,19,21</sup>. Todas as situações experimentais do presente estudo conduziram a valores de  $\Delta E$  superiores aos considerados clinicamente aceitáveis, o que, uma vez mais, se encontra em concordância com os resultados obtidos em estudos anteriores<sup>1,15,20,21,23</sup>. No entanto, os valores da  $\Delta E$  observados neste trabalho foram de uma forma geral superiores aos encontrados nos estudos atrás referidos<sup>1,15,20,21,23</sup>. Tais diferenças talvez possam ser justificadas pelo facto das resinas bis-acrílicas parecerem ser mais sensíveis à absorção de água e, portanto, de corante, durante as primeiras 24 horas<sup>15,16,18,21</sup>. Enquanto no presente trabalho todos os espécimes foram imersos em corante 60 minutos após o seu fabrico, na maioria dos estudos anteriores é referido o armazenamento dos espécimes em água destilada ou saliva artificial durante as primeiras 24 horas<sup>15,16,18,21</sup>.

A utilização de resinas bis-acrílicas, nas condições estudadas no presente estudo, para o fabrico de restaurações provisórias com uma duração estimada superior a 2 meses, em pacientes com um consumo moderado de café, apresentou-se como uma opção limitada devido às alterações cromáticas detetadas. No entanto, tal como em todos os estudos *in vitro*, os resultados obtidos neste estudo deverão ser lidos com algum cuidado e a sua extrapolação clínica deverá ser feita com algumas reservas. No meio intraoral, as restaurações estão sujeitas a diversos tipos de agentes agressores que poderão contribuir para a alteração de cor, que não foram simulados nesta investigação. Futuros estudos deverão determinar a importância de um período inicial de 24 horas de imersão em água antes da exposição ao corante, bem como avaliar a influência de agentes corantes, cargas cíclicas e alterações térmicas. Por outro lado, mais estudos deverão surgir com o intuito de melhorar as propriedades deste material, de modo a tornar-se uma opção mais atrativa para o fabrico de coroas provisórias de longa duração.

---

## Conclusões

Todos os espécimes apresentaram alteração de cor visualmente perceptível e considerada clinicamente inaceitável após um período de 24 horas de imersão em café, independentemente da técnica de polimento utilizada. A alteração cromática aumentou com o aumento do tempo de exposição ao corante.

---

## Responsabilidades éticas

**Proteção de pessoas e animais.** Os autores declaram que para esta investigação não se realizaram experiências em seres humanos e/ou animais.

**Confidencialidade dos dados.** Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

**Direito à privacidade e consentimento escrito.** Os autores declaram que não aparecem dados de pacientes neste artigo.

---

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

---

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Voco e 3M pela disponibilização do material utilizado no estudo.

---

## REFERÊNCIAS

- Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: An in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013;24:172-7.
- Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Effect of storage solution on surface roughness of provisional crown and fixed partial denture materials. *J Prosthodont.* 2004;13:227-32.
- Givens EJ, Neiva G, Yaman P, Dennison JB. Marginal adaptation and color stability of four provisional materials. *J Prosthodont.* 2008;17:97-101.
- Balkenhol M, Ferger P, Mautner MC, Westmann B. Provisional crown and fixed partial denture materials: Mechanical properties and degree of conversion. *Dent Mater.* 2007;23:1574-83.
- Young HM, Smith CT, Morton D. Comparative in vitro evaluation of two provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2001;85:129-32.
- Strassler HE, Anolik C, Frey C. High-strength, aesthetic provisional restorations using a bis-acryl composite. *Dent Today.* 2007; 26:128,130-3.
- Patras M, Naka O, Doukoudakis S, Pissiotis A. Management of provisional restorations' deficiencies: A literature review. *J Esthet Restor Dent.* 2012;24:26-38.
- Lang R, Rosentritt M, Leibrock A, Behr M, Handel G. Colour stability of provisional crown and bridge restoration materials. *Br Dent J.* 1998;185:468-71.
- Kim SH, Watts DC. In vitro study of edge-strength of provisional polymer-based crown and fixed partial denture materials. *Dent Mater.* 2007;23:1570-3.
- Gupta G, Gupta T. Evaluation of the effect of various beverages and food material on the color stability of provisional materials - An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2011;14:287-92.
- Burns DR, Beck DA, Nelson SK. A review of selected dental literature on contemporary provisional fixed prosthodontic treatment: Report of the Committee on Research in Fixed Prosthodontics of the Academy of Fixed Prosthodontics. *J Prosthet Dent.* 2003;90:474-97.
- Moulding MB, Teplitsky PE. Intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. *Int J Prosthodont.* 1990;3:299-304.
- Lieu C, Nguyen TM, Payant L. In vitro comparison of peak polymerization temperatures of 5 provisional restoration resins. *J Can Dent Assoc.* 2001;67:36-9.
- Fleisch L, Cleaton-Jones P, Forbes M, van Wyk J, Fat C. Pulpal response to a bis-acryl-plastic (Protemp) temporary crown and bridge material. *J Oral Pathol.* 1984;13:622-31.
- Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005;94:118-24.
- Rutkunas V, Sabaliauskas V, Mizutani H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. *Dent Mater J.* 2010;29:167-76.
- Sen D, Goller G, Issever H. The effect of two polishing pastes on the surface roughness of bis-acryl composite and methacrylate-based resins. *J Prosthet Dent.* 2002;88:527-32.
- Turgut S, Bagis B, Ayaz EA, Ulusoy KU, Altintas SH, Korkmaz FM, et al. Discoloration of provisional restorations after oral rinses. *Int J Med Sci.* 2013;10:1503-9.
- Yannikakis SA, Zissis AJ, Polyzois GL, Caroni C. Color stability of provisional resin restorative materials. *J Prosthet Dent.* 1998;80:533-9.
- Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Dawson DV. Color stability of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent.* 2005;93:70-5.
- Bayindir F, Kurklu D, Yanikoglu ND. The effect of staining solutions on the color stability of provisional prosthodontic materials. *J Dent.* 2012;40 Suppl2:e41-6.
- Sham AS, Chu FC, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. *J Prosthet Dent.* 2004;91:447-52.
- Guler AU, Kurt S, Kulunk T. Effects of various finishing procedures on the staining of provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005;93:453-8.
- Judd DB, Wyszecski G. *Color in business, science, and industry.* 3rd ed. New York: John Wiley; 1975. p. 5-90.
- Sirin Karaarslan E, Bulbul M, Yildiz E, Secilmis A, Sari F, Usumez A. Effects of different polishing methods on color stability of resin composites after accelerated aging. *Dent Mater J.* 2013;32:58-67.