

Alteração da cor marrom em pintura de íris de próteses oculares: efeito da tinta, do método de secagem e do envelhecimento acelerado

*Aline Úrsula Rocha FERNANDES^a, Marcelo Coelho GOIATO^b,
Daniela Micheline dos SANTOS^c*

*^aDoutora em Prótese Dentária pela Faculdade de Odontologia, UNESP,
16015-050 Araçatuba - SP, Brasil*

*^bProfessor Adjunto das Disciplinas de Prótese Total e Oclusão, Faculdade de Odontologia,
UNESP, 16015-050 Araçatuba - SP, Brasil*

*^cMestre em Prótese Dentária pela Faculdade de Odontologia, UNESP,
16015-050 Araçatuba - SP, Brasil*

Fernandes AUR, Goiato MC, Santos DM. Alteration of brown pigment in artificial iris of ocular prosthesis: effect of paint, drying method and artificial aging. Rev Odontol UNESP. 2007; 36(4): 365-370.

Resumo: A íris artificial é a estrutura da prótese ocular responsável pela sua naturalização e estética. O propósito do presente trabalho foi avaliar a alteração de cor de tintas utilizadas na pintura de íris em próteses oculares polimerizadas por energia de microondas, variando-se tinta, método de secagem e período de envelhecimento acelerado. Para o estudo, foram confeccionados cinco discos em resina termopolimerizável por microondas para cada tinta analisada: acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose, guache hidrossolúvel e a óleo, na cor marrom, para os métodos de secagem natural e por radiação infravermelha, perfazendo um total de 40 corpos de prova. Cada corpo de prova foi constituído por um disco de resina acrílica incolor e outro, de igual dimensão, de resina acrílica de coloração branca de esclera e, entre os dois discos, a pintura. Os corpos de prova foram submetidos a uma câmara de envelhecimento acelerado sob radiação ultravioleta, por 1008 horas. Para avaliar a alteração de cor, foi usado um espectrofotômetro de reflexão. Os resultados foram analisados estatisticamente por Análise de Variância e teste de Tukey a 5% de significância. Todas as tintas apresentaram alteração cromática. A tinta a óleo apresentou a maior resistência diante do envelhecimento acelerado, independente do método de secagem e período de envelhecimento.

Palavras-chave: *Pigmentação em prótese; cor de olho; olho artificial; prótese maxilofacial.*

Abstract: The artificial iris is the structure of the ocular prosthesis responsible for its dissimulation and aesthetics. The objective of the present study was to evaluate the color stability of paint used for iris painting for ocular prosthesis polymerized with microwaves, varying painting, color and drying method. For the study, 40 discs in heat-curing for microwaves acrylic resin were made, five discs for each paint analyzed: acrylic water-soluble paints, automotive nitrocellulose paints, watercolor paints and oil paints, for the color brown, for both natural and infrared drying methods. Each specimen was constituted of one disc in colorless acrylic resin and another colored with a basic sclera pigment. The painting was accomplished in one of the surfaces of one of the discs. The specimens were submitted to an artificial aging chamber under ultraviolet light, during 1008 hours. To evaluate color changes a reflective spectrophotometer was used. The data were statistically analyzed by Variance Analysis and Tukey's test. All paints suffered color alteration. The oil paints presented the highest resistance to artificial aging regardless the drying method and artificial aging.

Keywords: *Prosthesis coloring; eye color; eye artificial; maxillofacial prosthesis.*

Introdução

A perda parcial ou total dos olhos é um fato que compromete, no ser humano, não somente a função perdida da visão, como também a sua auto-estima e convívio social. A prótese ocular é uma reabilitação aloplásica, que possui como finalidade primordial o resgate da identidade do ser humano e sua reinserção em sociedade. Os olhos são importantes na psicodinâmica do indivíduo em função da participação que têm no relacionamento humano¹. Devido à grande preocupação em restabelecer o equilíbrio facial, a arte e a técnica da confecção de próteses oculares datam de épocas remotas, tendo suas primeiras manifestações nos primórdios da humanidade².

Em 1945, Murphey et al.³ se preocuparam com a estabilidade de cor das próteses oculares, afirmando ser imperativo que todas as cores permaneçam livres de alterações em exposição à luz natural ou artificial. Durante a fase de pintura da íris são necessárias tintas adequadas e uma técnica confiável, em que a obtenção exata da cor é um trabalho árduo, por não se ter controle sobre a estabilidade da cor das tintas após a acrilização⁴.

Macedo⁵ avaliou diversas tintas sobre diferentes superfícies, obtendo os melhores resultados quanto ao descolorimento, ausência de manchas e estabilidade de cor quando a tinta aquarela foi aplicada sobre papel "Carmem" de cor negra.

Tendo o conhecimento de como ocorre a obtenção da cor e da importância da perfeita caracterização das íris artificiais, vários autores desenvolveram técnicas de pintura, utilizando diferentes tintas, como aquarela, guache, tinta a óleo, automotiva, tinta para modelismo; e diferentes superfícies, como papel, discos de acetato e resina acrílica.

Com a preocupação de obter pinturas mais duradouras, resistentes ao descolorimento promovido pela ação dos raios ultravioletas e demais fatores ambientais, alguns testes de estabilidade de cor foram realizados por Silva, Carvalho⁶ e D'Almeida^{4,7}, que buscaram avaliar a estabilidade cromática das tintas pesquisadas, após pintura e envelhecimento artificial.

Diante das preocupações acima descritas, julgamos importante dar continuidade ao estudo da alteração de cor das tintas utilizadas na pintura de íris artificiais para prótese ocular, sob a ação do envelhecimento acelerado, em função da tinta, do método de secagem e do período de envelhecimento acelerado.

Material e método

Para a pintura dos corpos de prova, foram utilizados quatro tipos de tintas na cor marrom: guache hidrossolúvel, acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de laca nitrocelulose e a óleo, conforme descrito no Quadro 1.

Para análise da alteração cromática de quatro tipos de tinta utilizados para a pintura de íris artificial em prótese ocular, foram confeccionados 40 corpos de prova em resina acrílica termopolimerizável por energia de microondas. Para a obtenção destes espécimes, foram confeccionados moldes em resina acrílica com 30 mm de diâmetro por meio de Prensa Semi-automática para Embutimento Metalográfico PRE-30 S (Arotec, Brasil).

Estes discos receberam acabamento com lixas e polimento com disco de feltro e solução diamantada de 1/4 micron (Buehler, USA), em polidora automática lixadeira e Politriz Universal APL-4 (Arotec, Brasil), a fim de que ficassem com dimensões de 30 mm de diâmetro externo e 2 mm de espessura e com textura uniforme e lisa. Em seguida, os discos foram incluídos em mufla para microondas, utilizando-se gesso pedra tipo III (Gesso-Rio, Brasil). Para obtenção de maior lisura superficial dos corpos de prova, os discos foram incluídos em silicone extra duro Zetalabor (Zhermack, Itália).

Foram confeccionados 10 discos com resina acrílica termopolimerizável nº 1 para prótese ocular (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., Brasil) e 30 discos com resina acrílica incolor termopolimerizável por energia de microondas Onda Cryl (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., SP, Brasil). Para os diferentes polímeros, foi utilizado o monômero Onda Cryl (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., SP, Brasil). Manipulou-se a resina segundo as instruções do fabricante,

Quadro 1. Nome comercial e fabricante dos tipos de tintas utilizadas

Tipo	Cores (nº lote)	Nome comercial	Fabricante
Guache hidrossolúvel	Marrom Sépia (BL062701001)	Tinta guache Gato Preto	Tec Screen Indústria de Produtos Técnicos para Serigrafia Ltda., SP, Brasil
Acrílica hidrossolúvel	Cerâmica (3214)	Tinta Acrílica Brilhante	Acrixlex Tintas Especiais S.A., SP, Brasil
Automotiva à base de laca nitrocelulose	Marrom café (82010001109)	Lazzulac Laca Nitrocelulose	Lazzuril Divisão Automotiva Sherwin-Williams do Brasil Ind. Com. Ltda., SP, Brasil
A óleo	Terra de cassel (404701)	Schmincke Mussini	H. Schmincke & Company, Alemanha

preencheram-se os moldes e em seguida, a mufla foi mantida em prensa hidráulica (Midas Dental Products Ltda., Brasil), com 1200 kgf, permanecendo em repouso por aproximadamente 2 horas, sendo posteriormente polimerizada por energia de microondas. Depois do resfriamento natural da mufla, esta foi aberta e os discos removidos.

Os discos receberam acabamento com lixa nº 280, 320, 400, 600 e 1200 e polimento com disco de feltro e solução diamantada de 1/4 de micron (Buehler, USA), em polidora automática Politriz APL-4 (Arotec, Brasil). Todos os discos tiveram sua espessura e diâmetro aferidos com auxílio de paquímetro (ME-BA, Zagreb, Iugoslávia), apresentando 30 mm de diâmetro e 2 mm de espessura, para os discos brancos, e 1 mm de espessura para os incolores. Os valores de espessura para cada disco foram definidos com o objetivo de simular a confecção de próteses oculares, em que a esclera artificial é mais volumosa e a camada de resina acrílica incolor depositada sobre a pintura possui espessura aproximada de 1 mm.

A pintura dos discos foi realizada sempre no mesmo período sob as mesmas condições de iluminação, com auxílio de pincel nº 0 ref. 175 (Pincéis Tigre S.A., Brasil), sobre uma das superfícies dos discos de resina incolor, para a tinta acrílica hidrossolúvel, automotiva laca nitrocelulose e a óleo, e sobre discos de cartolina negra para a tinta guache. Os discos de cartolina pintados foram posteriormente colados sobre os discos de resina caracterizados como branco esclera, utilizando-se cola branca (Cascolar, Alba Química Ind. Com. Ltda., Brasil). Foram aplicadas três camadas de tinta sobre cada disco, sempre após a secagem completa de cada camada antes da nova aplicação. Cada camada de tinta foi submetida ao método de secagem estabelecido para o grupo no qual o corpo de prova se inseria. Um grupo de 20 discos, cinco para cada uma das diferentes tintas (guache hidrossolúvel, acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose, a óleo), foi deixado secar naturalmente, obtendo total secagem em 24 horas para todas as tintas. O segundo grupo de 20 discos, 5 para uma das diferentes tintas (guache hidrossolúvel, acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose, a óleo), após cada camada de tinta, foi submetido à secagem por meio de luz infravermelha⁵. Para isso, foi posicionada uma lâmpada infravermelha E-27, de 250 watts e 130 volts (Empalux Ltda., PR, Brasil), para secagem de tintas, a 30 cm dos discos durante 2 horas. Para a secagem da tinta guache com luz infravermelha, o tempo de exposição foi reduzido para 6 minutos, além do qual a tinta sofre desidratação e apresenta rachaduras pela perda de teor hídrico. Foram pintados cinco discos para os diferentes meios de secagem, para cada uma das tintas, totalizando 40 discos.

Para acelerar a secagem da tinta a óleo, foi adicionada quantidade de Secante de Cobalto (Acrilex Tintas Especiais

S.A., Brasil) correspondente a 30% em peso da quantidade de tinta a óleo dispensada.

Cada corpo de prova foi constituído por um disco de resina acrílica, caracterizado como branco esclera e um disco de resina acrílica incolor, intercalados pela pintura das diferentes tintas.

Todos os corpos de prova sofreram acabamento com pedras montadas em peça de mão e lixas nº 280, 320, 600 e 1200 (Norton, SP, Brasil) e polimento com disco de feltro e solução diamantada de 1/4 micron (Buehler, USA), em polidora automática lixadeira e politriz universal APL-4 (Arotec, Brasil), a fim de que ficassem com dimensões de 30 mm de diâmetro externo e 3 mm de espessura e com textura uniforme e lisa. Todos os discos tiveram sua espessura e diâmetro aferidos com auxílio de paquímetro (ME-BA, Zagreb, Iugoslávia).

Os testes de envelhecimento acelerado no Sistema acelerado de envelhecimento para não-metálicos – UVB/condensação (ASTMG 53 – *American Society for Testing Materials Norma 53*, Comexim Matérias Primas Ind. Com. Ltda., Brasil), foram realizados conforme Silva⁸ e Silva, Carvalho⁶. Devido às dimensões dos corpos de prova e para que eles recebessem o máximo de degradação dentro da câmara de envelhecimento, foram colados com adesivo (Araldite hobby, Ciba Especialidades Químicas Ltda., Brasil), sobre placas metálicas de 65 x 233 mm. Os cinco corpos de prova de cada tinta, de cada método de secagem, foram dispostos sobre uma placa metálica.

Os corpos de prova foram avaliados inicialmente e após períodos correspondentes a 252, 504 e 1008 horas de envelhecimento acelerado, através da análise por espectrofotometria. As alterações de croma e luminosidade foram avaliadas com o auxílio do espectrofotômetro de reflexão Color-Eye (MacBeth[®] Divisão da Kollmorgen, USA)^{4,7}, com as alterações de cor calculadas através do Sistema CIE L*a*b*, estabelecido pela *Comission Internationale de l'Eclairage – CIE* (Comissão Internacional sobre Iluminação).

Os dados obtidos após cada período de envelhecimento foram registrados em ficha específica para cada tinta, método de secagem e corpo de prova. A análise estatística foi realizada para a verificação das diferenças estatisticamente significantes da estabilidade cromática entre os quatro diferentes tipos de tintas, entre os dois métodos de secagem, entre os períodos de envelhecimento acelerado e se existiu interação entre esses fatores. A ANOVA e o teste de Tukey com significância de 5% foram aplicados. Os dados foram representados na Tabela 1.

Resultado

As Tabelas de 1 a 4 apresentam os valores médios das derivadas dos corpos de prova para as variáveis estudadas.

Todas as tintas avaliadas na cor marrom apresentaram estabilidade cromática no período de envelhecimento de 252 horas, independentemente do método de secagem (Tabelas de 1 a 4).

Discussão

A pintura da íris protética é o passo mais delicado e requer método e disciplina rigorosos para que o resultado

Tabela 1. Valores médios das derivadas dos corpos de prova para a tinta guache

Tinta	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
Guache	Infravermelha	0,827 ^{A,a}	1,609 ^{A,a}	2,301 ^{A,b}
	Natural	0,726 ^{A,a}	0,940 ^{A,a}	1,644 ^{B,b}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de significância ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Valores médios das derivadas dos corpos de prova para a tinta a óleo

Tinta	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
A óleo	Infravermelha	0,583 ^{A,a}	0,423 ^{A,a}	0,473 ^{A,a}
	Natural	0,562 ^{A,a}	0,596 ^{A,a}	0,786 ^{A,a}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de significância ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Valores médios das derivadas dos corpos de prova para a tinta acrílica

Tinta	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
Acrílica	Infravermelha	0,493 ^{A,a}	0,533 ^{A,a}	0,657 ^{A,a}
	Natural	0,505 ^{A,a}	0,533 ^{A,a}	0,881 ^{A,a}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de significância ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Valores médios das derivadas dos corpos de prova para a tinta automotiva

Tinta	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
Automotiva	Infravermelha	0,480 ^{A,a}	0,539 ^{A,a}	0,575 ^{A,a}
	Natural	0,183 ^{A,a}	0,458 ^{A,a}	0,535 ^{A,a}

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e da mesma letra minúscula na linha não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de significância ($p < 0,05$), pelo teste de Tukey.

seja satisfatório⁹. Vários autores sugeriram as mais variadas técnicas de obtenção da íris protética, como a utilização de reprodução impressa ou fotográfica da íris natural do paciente¹⁰, utilização de íris ou próteses pré-fabricadas^{11,12}, mistura de monômero/polímero¹³, pigmentos acrílicos¹⁴.

No presente estudo, todas as tintas sofreram variação de cor, sendo que a tinta guache hidrossolúvel foi aquela que apresentou menor estabilidade cromática (Tabela 1). A tinta automotiva foi a mais estável frente à radiação ultravioleta (Tabela 4). A alteração cromática das tintas avaliadas pode ter ocorrido devido à interação de seus componentes com a resina acrílica, possivelmente com o monômero residual, na medida em que todas as tintas avaliadas são polímeros; possuem em sua composição resinas. A reação entre a resina acrílica termopolimerizável por energia de microondas e a resina que compõe as tintas não foi esclarecida na literatura pesquisada, mas podemos sugerir que o contato direto desses componentes afeta as ligações químicas das tintas e promove troca de ligações ou quebra destas, iniciada durante a acrilização das próteses e potencializada pela ação dos raios ultravioleta durante seu uso.

A tinta acrílica hidrossolúvel apresentou boa estabilidade cromática. Embora não haja significância estatística, o método de secagem por luz infravermelha promoveu menor variação média de cor, em termos numéricos (Tabela 1).

A tinta automotiva apresentou ótima estabilidade frente ao envelhecimento acelerado, concordando com os resultados obtidos por D'Almeida⁷. O método de secagem utilizado determinou menor variação média de cor para os corpos de prova submetidos à secagem natural.

D'Almeida⁷ avaliou, por meio de espectrofotometria de reflexão, a ação de envelhecimento acelerado sobre tintas acrílica e automotiva utilizadas na pintura de íris artificiais para prótese ocular. As duas tintas utilizadas apresentaram comportamentos semelhantes diante do envelhecimento acelerado, sendo os pigmentos marrom e preto aqueles que apresentaram excelente estabilidade, concordando com os nossos resultados após análise estatística.

Para a tinta guache hidrossolúvel, em valores numéricos, o método de secagem influenciou a variação cromática, de forma que a pintura submetida à secagem natural apresentou maior estabilidade de cor (Tabela 1). Na literatura pesquisada, não foram encontradas citações quanto ao comportamento da tinta guache hidrossolúvel ante a radiação ultravioleta, o que pode ter ocorrido devido ao ataque de grupamentos químicos pouco resistentes à ação dos raios ultravioleta. Acreditamos que o veículo utilizado para as diferentes tintas interfira na proteção dos grupamentos químicos que as compõem, o que faria com que tintas com veículos mais aquosos permitissem a ação direta de raios ultravioleta, enquanto aquelas com veículos oleosos impedissem que a radiação agisse com a mesma intensidade, em iguais condições de incidência de luz.

A pintura da tinta a óleo, quando submetida à secagem natural, subiu gradativamente em termos numéricos de variação de cor, enquanto aquela submetida à secagem infravermelha apresentou redução numérica após 504 horas de envelhecimento acelerado, voltando a aumentar a 1008 horas, contudo, sem alcançar o valor médio obtido em 252 horas (Tabela 2). Provavelmente a tinta a óleo adquiriu, durante os processos de secagem e acrilização, instabilidade dos componentes químicos de seu pigmento. As ligações químicas obtidas com a secagem natural seriam mais estáveis do que aquelas obtidas pela secagem infravermelha, provavelmente pela interação da radiação infravermelha com os componentes da tinta a óleo e a geração de ligações químicas instáveis ou quebra de ligações, posteriormente potencializada pela ação da radiação ultravioleta da câmara de envelhecimento acelerado.

Outro importante fator é o método de secagem utilizado, sendo este responsável pela nitidez da pintura e pela manutenção dos detalhes característicos da íris protética confeccionada. O método de secagem empregado no presente estudo teve influência significativa estatisticamente na variação de cor das tintas avaliadas (Tabelas de 1 a 4). A tinta acrílica hidrossolúvel apresentou menor variação cromática e a tinta a óleo assumiu padrão comportamental único para os pigmentos avaliados quando a secagem por radiação infravermelha foi utilizada. As tintas guache hidrossolúvel e automotiva comportaram-se melhor com a secagem natural. Macedo⁵, após avaliar pigmentos de tintas a óleo, acrílica e aquarela hidrossolúvel, semelhante à tinta guache hidrossolúvel avaliada neste trabalho, constatou que a pintura submetida ao método de secagem por luz infravermelha sofre leve descoramento durante a acrilização, interferindo no pigmento utilizado. No nosso trabalho, não foi percebido descoramento da pintura pela utilização de secagem infravermelha, em nenhuma das tintas avaliadas, mas concordamos com o autor quando referiu que a radiação infravermelha interfere no pigmento utilizado, pois notamos influência dela sobre o comportamento das tintas (Tabelas de 1 a 4), mesmo que não seja clinicamente visível.

Conclusão

Diante dos resultados obtidos com a metodologia proposta, conclui-se que:

- as tintas acrílica hidrossolúvel, guache hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose e a óleo apresentaram alteração cromática numérica, quando submetidas ao envelhecimento acelerado por radiação ultravioleta e condensação de água;

- com exceção da tinta guache hidrossolúvel, as demais tintas avaliadas apresentaram ótima estabilidade cromática, podendo ser empregadas na pintura de íris artificiais em próteses oculares;
- o método de secagem influenciou o comportamento das tintas avaliadas, com significância estatística para a tinta guache hidrossolúvel.

Referências

1. Fonseca EP. Prótese ocular. São Paulo: Panamed; 1987.
2. Bruce GM. The ancient origins of artificial eyes. *Ann Hist Med.* 1940;2:10-4.
3. Murphey PJ, Pitton RD, Schlossberg L, Harris LW. The development of acrylic eye prosthesis at the national naval medical center. *J Am Dent Assoc.* 1945;32:1227-44.
4. D'Almeida NF. Contribuição ao estudo da estabilidade cromática em prótese ocular [tese doutorado]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2002.
5. Macedo FF. Pintura de íris em prótese ocular. *Rev Assoc Paul Cir Dent.* 1982;36:528-33.
6. Silva DP, Carvalho JCM. Prótese ocular: estudo preliminar de diferentes tintas para pintura de íris. *Rev Fac Odontol São Paulo.* 1994;8:71-6.
7. D'Almeida NF. Avaliação da estabilidade da cor das tintas empregadas na pintura de íris em prótese ocular [dissertação mestrado]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia da UNESP; 1999.
8. Silva DP. Variação de cores em diferentes tintas com vistas ao emprego em pinturas de íris para prótese ocular [dissertação mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1991.
9. Meissner EG. Propiedades y ventajas de una prótesis ocular de material plástico (La teoría del color de Oswald y su aplicación en oftalmoprótesis). *Rev Odontol Concepción.* 1960;7(3):84-7.
10. Travers JL. Artificial eyes. U.S. Patent, 1.993.121, Mar. 5, 1935.
11. Carvalho JCM. Prótese ocular incolor em concha. *Rev Fac Odontol Univ São Paulo.* 1977;15:281-6.
12. Sykes LM. Custom made ocular prostheses: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 1996; 75:1-3.
13. Vilas-Boas Sousa A, Hernández-Arriaga M, Asin-Llorca F, Escuin-Henar TJ. Prótesis oculo-palpebral. a propósito de um caso clínico. *RCOE.* 2003;8:553-61.
14. Couillard P, Schaaf NG. Fabrication of the ocular portion of an orbital prosthesis. *J Prosthet Dent.* 1976;35:478-81.

