

---

**ALINE ÚRSULA ROCHA FERNANDES**

**AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE CROMÁTICA DA PINTURA DE ÍRIS EM PRÓTESES  
OCULARES POLIMERIZADAS POR ENERGIA DE MICROONDAS, VARIANDO A COR,  
A TINTA E O MÉTODO DE SECAGEM**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia, Campus de Araçatuba, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", como parte integrante dos requisitos para obtenção do título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em Clínica Odontológica, Área de Concentração em Prótese Dentária.

Orientador Prof. Dr. Marcelo Coelho Goiato

Araçatuba

2004

---

Ficha Catalográfica elaborada pela Biblioteca da FOA / UNESP

F363a Fernandes, Aline Úrsula Rocha  
Avaliação da estabilidade cromática da pintura de íris em pró-  
teses oculares polimerizadas por energia de microondas, variando  
a cor, a tinta e o método de secagem / Aline Úrsula Rocha Fernan-  
des. -- Araçatuba : [s.n.], 2004  
156 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista,  
Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2004  
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Coelho Goiato

1. Pigmentação em prótese. 2. Cor de olho. 3. Olho artificial.  
4. Prótese maxilofacial.

Black D3  
CDD 617.601

---

## *DADOS CURRICULARES*

ALINE ÚRSULA ROCHA FERNANDES

NASCIMENTO	16/11/1977 - BRASÍLIA – DF
FILIAÇÃO	Antonio Adalmir Fernandes Aldenir Dutra Rocha Fernandes
1996/2000	Graduação Universidade de Brasília - UnB
2001	Curso de Aperfeiçoamento em Prótese Parcial Fixa Curso de Extensão Universitária em Prótese Bucomaxilofacial – Parte clínica Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.
2003/2004	Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós- Graduação em Clínica Odontológica, área de Prótese Dentária, em nível de Mestrado Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

---

*DEDICATÓRIA*

---

---

---

---

---

*“Grandes realizações são possíveis quando se dá  
importância aos pequenos começos.”*

*Lao Tzu*

Aos meus pais, Adalmir e Aldenir, que sempre me incentivaram e não mediram esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos.

Aos meus irmãos, Alysson e Andersen, sempre me animando nas horas difíceis e ajudando-me a continuar.

Ao meu namorado, Megumi, companheiro de todos os momentos, incentivador, compreensivo.

Ao Professor Marcelo Coelho Goiato, meu orientador, que acreditou em meu potencial antes mesmo que eu pudesse mostrá-lo.

Aos grandes amigos que encontrei pelo caminho.

---

## *AGRADECIMENTOS*



---

*“Um amigo é um anjo que nos ajuda a colocar-nos de pé outra vez quando nossas asas se esqueceram de como voar.”*

*Rosy Valdez*

A Deus, por iluminar a trajetória de minha vida e permitir que os meus desejos pudessem ser transformados em realidade.

À minha família querida, da qual tive momentos de convivência furtados, não somente pelo trabalho, mas pela distância.

À Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba - UNESP, que me acolheu e proporcionou meu aprendizado.

Ao Coordenador do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Professor Wilson Roberto Poi, por incentivar os alunos e acreditar nos professores de amanhã.

Às funcionárias da Seção de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, pela atenção, orientação e cordialidade.

---

---

Aos docentes e funcionários do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP.

À Indústria Tekno S.A., na pessoa do Diretor Ayrton Carrasco, pela autorização de utilizar suas instalações e dos funcionários Castro, Ana e Jéferson, que muito colaboraram durante os ensaios e avaliação dos corpos-de-prova.

Aos colegas de turma André, César, Ciandrus, Farley, Lígia e Renata, por todos os momentos de apoio, de consolo e de incentivo para prosseguir na caminhada.

Às bibliotecárias da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, pela dedicação, pelos ensinamentos, colaboração e presteza durante todo o período de elaboração deste trabalho.

À Disciplina de Odontopediatria, na pessoa do Professor Alberto Carlos Botazzo Delbem, pela autorização do uso de equipamentos para a confecção dos corpos-de-prova.

Ao professor Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, da Disciplina de Materiais Dentários da Universidade Estadual de

---

---

Campinas - UNICAMP, Campus de Piracicaba, pela análise estatística deste trabalho.

À minha querida prima professora Micheline Rocha Amariz Gomes, pela revisão gramatical e pelo carinho.

Ao professor João Carlos Silos Moraes, do Departamento de Física e Química da Universidade Estadual Paulista UNESP, Campus de Ilha Solteira, pelos ensinamentos e pela disponibilidade em ajudar-me.

Ao professor Antônio Carlos Elias, da Disciplina de Prótese Total do Departamento de Odontologia da Universidade de Brasília – UnB, pelo incentivo desde o curso de graduação.

Às grandes amigas Thaís Rodrigues, Solange Morita, Daniela Micheline e Paula Ribeiro, presentes em todos os momentos.

Aos pacientes que fizeram parte do meu aprendizado, não somente da prática odontológica, mas da arte de viver.

---

---

*“A função da ciência não é acrescentar mais anos à vida, mas acrescentar mais vida aos anos.”*

*John Osborn*

---

*RESUMO*

---

---

---

---

---

FERNANDES, A.Ú.R. **Avaliação da estabilidade cromática da pintura de íris em próteses oculares polimerizadas por energia de microondas, variando a cor, a tinta e o método de secagem.** 2004. 156f. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araçatuba.

## *RESUMO*

A íris artificial é a estrutura da prótese ocular responsável pela sua dissimulação 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, cor e método de secagem. 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, nas cores marrom e azul, para os métodos de secagem natural e por radiação infravermelha, perfazendo um total de 80 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 as variações 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 sofreram alteração cromática. A tinta a óleo apresentou a maior resistência frente ao envelhecimento acelerado, independente da cor e do método de secagem.

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

---

*ABSTRACT*

---

---

---

---

---

FERNANDES, A.Ú.R. **Evaluation of color stability in artificial iris painting for ocular prosthesis polymerized with microwaves, varying the color, the paint and the drying method.** 2004. 156f. Dissertação (Mestrado em Prótese Dentária) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Araçatuba.

## *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, 80 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 colors brown and blue, 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 pigment and the drying method.

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

---

## *LISTAS E SUMÁRIO*



---

## *LISTA DE FIGURAS*

<b>Quadro 1-</b>	Nome comercial e fabricante dos tipos de tintas utilizadas	<b>80</b>
<b>Quadro 2-</b>	Demonstrativo dos pigmentos utilizados para cada tinta	<b>81</b>
<b>Figura 1 -</b>	Tintas e materiais empregados na pintura dos discos de resina acrílica incolor e discos de cartolina preta	<b>83</b>
<b>Quadro 3-</b>	Materiais utilizados para a confecção dos corpos-de-prova e sua preparação para o processo de envelhecimento acelerado	<b>84</b>
<b>Quadro 4-</b>	Aparelhos e dispositivos empregados no estudo	<b>85</b>
<b>Figura 2-</b>	Prensa Semi-automática para Embutimento Metalográfico PRE-30S	<b>86</b>
<b>Figura 3 -</b>	Polidora automática lixadeira e politriz universal APL-4	<b>86</b>
<b>Figura 4 -</b>	Prensa hidráulica e mufla para microondas	<b>87</b>
<b>Figura 5 -</b>	Lâmpada infravermelha para secagem	<b>87</b>
<b>Figura 6 -</b>	Sistema acelerado de envelhecimento para não-metálicos – Ultravioleta B/ condensação (ASTMG53)	<b>88</b>
<b>Figura 7 -</b>	Espectrofotômetro Color Eye	<b>88</b>

---

---

<b>Figura 8 -</b> Moldes acrílicos obtidos através de Prensa para Embutimento Metalográfico	<b>89</b>
<b>Figura 9 -</b> Moldes acrílicos em mufla para microondas	<b>90</b>
<b>Figura 10-</b> Prótese ocular individualizada	<b>92</b>
<b>Figura 11-</b> Corpos-de-prova finalizados (A1 – automotiva azul natural, A2 – automotiva azul infravermelha, A3 – automotiva marrom natural, A4 – automotiva marrom infravermelha, B1 – a óleo azul natural, B2 – a óleo azul infravermelha, B3 – a óleo marrom natural, B4 – a óleo marrom infravermelha, C1 – acrílica azul natural, C2 – acrílica azul infravermelha, C3 – acrílica marrom natural, C4 – acrílica marrom infravermelha, D1 – guache azul natural, D2 – guache azul infravermelha, D3 – guache marrom natural, D4 – guache marrom infravermelha)	<b>97</b>
<b>Figura 12-</b> Corpos-de-prova colados sobre placas metálicas (A – corpos-de-prova submetidos à secagem natural, B- corpos-de-prova submetidos à secagem por luz infravermelha, 1 – tinta acrílica marrom e azul, 2 – tinta automotiva marrom e azul, 3 – tinta a óleo azul e marrom, 4 – tinta guache marrom e azul)	<b>99</b>
<b>Figura 13-</b> Desenho esquemático representativo do Sistema CIE L*a*b*	<b>103</b>

---

---

<b>Figura 14-</b>	Leitura dos corpos-de-prova	<b>104</b>
<b>Gráfico 1-</b>	Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados na cor marrom para os métodos de secagem natural e infravermelha, variando a tinta utilizada	<b>109</b>
<b>Gráfico 2-</b>	Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados na cor azul para os métodos de secagem natural e infravermelha, variando a tinta utilizada	<b>111</b>
<b>Gráfico 3-</b>	Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta guache hidrossolúvel nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha	<b>112</b>
<b>Gráfico 4-</b>	Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta acrílica hidrossolúvel nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha	<b>114</b>
<b>Gráfico 5-</b>	Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta automotiva à base de nitrocelulose nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha	<b>115</b>

---

---

**Gráfico 6-** Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta a óleo nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha **117**

**Figura 15-** Aspecto final dos corpos-de-prova após 1008 horas de envelhecimento acelerado (A1 – guache marrom natural, A2 – guache marrom infravermelha, A3 – guache azul natural, A4 – guache azul infravermelha, B1 – acrílica marrom natural, B2 – acrílica marrom infravermelha, B3 – acrílica azul natural, B4 – acrílica azul infravermelha, C1 – automotiva marrom natural, C2 – automotiva marrom infravermelha, C3 – automotiva azul natural, C4 – automotiva azul infravermelha, D1 – a óleo marrom natural, D2 – a óleo marrom infravermelha, D3 – a óleo azul natural, D4 – a óleo azul infravermelha) **118**

**Figura 16-** Aspecto inicial e final dos corpos-de-prova (A – Corpos-de-prova antes do processo de envelhecimento acelerado, B – Corpos-de-prova após 1008 horas de envelhecimento acelerado, 1 – tinta guache marrom e azul, 2 – tinta acrílica marrom e azul, 3 – tinta automotiva marrom e azul, 4 – tinta a óleo marrom e azul) **118**

---

---

## *LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS*

a.C.	= antes de Cristo
°C	= grau Celsius
et al.	= e colaboradores
mm	= milímetro (unidade de medida equivalente a $10^{-3}$ m)
cm	= centímetro (unidade de medida equivalente a $10^{-2}$ m)
g	= grama (o grama)
Ind. Com. Ltda.	= Indústria e Comércio Limitada
±	= mais ou menos
ml	= mililitro (unidade de medida equivalente a $10^{-3}$ L)
nm	= nanômetro (unidade de medida equivalente a $10^{-9}$ m)
nº	= número
%	= porcentagem
KgF	= quilograma força
IV	= radiação infravermelha
UV	= radiação ultravioleta
UVB	= radiação ultravioleta B
ref.	= referência
RJ	= Rio de Janeiro
SP	= São Paulo
ΔE	= unidade de alteração cromática

---

---

---

## *LISTA DE TABELAS*

<b>Tabela 1-</b>	Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova para cada tinta e método de secagem, para a cor marrom	<b>108</b>
<b>Tabela 2-</b>	Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova para cada tinta e método de secagem, para a cor azul	<b>110</b>
<b>Tabela 3-</b>	Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta guache, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem	<b>112</b>
<b>Tabela 4-</b>	Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta acrílica hidrossolúvel, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem	<b>113</b>
<b>Tabela 5-</b>	Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta automotiva à base de nitrocelulose, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem	<b>115</b>

---

---

---

<b>Tabela 6-</b>	Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta a óleo, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem	<b>116</b>
<b>Tabela 7-</b>	Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta acrílica hidrossolúvel nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado	<b>147</b>
<b>Tabela 8-</b>	Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta automotiva a base de nitrocelulose nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado	<b>148</b>
<b>Tabela 9-</b>	Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta guache nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado	<b>149</b>
<b>Tabela 10-</b>	Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta a óleo nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado	<b>150</b>
<b>Tabela 11 -</b>	Avaliação das alterações da cor marrom das tintas acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose, guache e a óleo, nos 40 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado	<b>151</b>

---

---

<b>Tabela 12 -</b> Avaliação das alterações da cor azul das tintas acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose, guache e a óleo, nos 40 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado	<b>152</b>
<b>Tabela 13 -</b> Valores médios da alteração de cor dos CP confeccionados com tinta acrílica hidrossolúvel submetidos ao envelhecimento acelerado	<b>153</b>
<b>Tabela 14 -</b> Valores médios da alteração de cor dos corpos-de-prova confeccionados com tinta automotiva à base de nitrocelulose submetidos ao envelhecimento acelerado	<b>154</b>
<b>Tabela 15 -</b> Valores médios da alteração de cor dos corpos-de-prova confeccionados com tinta guache hidrossolúvel submetidos ao envelhecimento acelerado	<b>155</b>
<b>Tabela 16 -</b> Valores médios da alteração de cor dos corpos-de-prova confeccionados com tinta a óleo submetidos ao envelhecimento acelerado	<b>156</b>

---

---

# *SUMÁRIO*

1 INTRODUÇÃO.....	25
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	33
3 PROPOSIÇÃO.....	77
4 MATERIAL E MÉTODO.....	79
4.1 Material.....	80
4.1.1 Materiais pesquisados.....	80
4.1.2 Outros materiais empregados.....	84
4.1.3 Aparelhos e dispositivos.....	85
4.2 Método.....	89
4.2.1 Obtenção dos discos em resina acrílica.....	89
4.2.2 Pintura dos discos.....	92
4.2.3 Obtenção dos corpos-de-prova.....	94
4.2.4 Processo de envelhecimento das amostras.....	98
4.2.5 Processo de avaliação das amostras.....	101
5 RESULTADO.....	105
6 DISCUSSÃO.....	119
7 CONCLUSÃO.....	131
8 REFERÊNCIAS.....	134
ANEXOS.....	146

---

# *INTRODUÇÃO*



# 1 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 não são somente instrumento de percepção que permite orientação espacial, como referido por Fonseca (1987), mas também um importante fator na psicodinâmica do indivíduo devido à grande participação que tem no relacionamento humano. 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 humanidade. Relatos de Bruce (1940) afirmam que as primeiras próteses oculares foram confeccionadas muitos anos antes de Cristo, o que demonstra a necessidade de o ser humano alcançar a harmonia e a estética.

Os olhos são considerados as janelas da alma, por meio dos quais os sentimentos e as expressões mais íntimas são traduzidos ao mundo externo. A ausência ocular implica em perda do equilíbrio estético, transtornos de ordem funcional, pessoal e interpessoal (ALFENAS et al.,

---

1998; GOIATO et al., 2001c). Desde o início da história, o homem tem se relacionado com a substituição de partes perdidas ou defeituosas de seu corpo. Quando foi incapaz de restabelecer a morfologia e a função do órgão afetado, ele tentou ao menos reconstruí-lo esteticamente (NUTI SOBRINHO et al., 1986).

Uma vez que a visão não pode ser reconstituída por meios artificiais, a prótese tem como principal objetivo reconstruir a estética da face, restaurando e embelezando o rosto cuja expressão fora comprometida. Além disso, promove a sustentação da tonicidade muscular da pálpebra superior, dirige o lacrimejamento ao seu ducto fisiológico e evita, desta forma, o empastamento de cílios, evita a secura da conjuntiva, e as atresias das pálpebras por falta de função, bem como protege a mucosa cavitária de detritos e poeira (MORONI; MORONI, 1999). É responsável, também, pela reintegração do indivíduo na sociedade, livre dos entraves impostos pelo preconceito contra a deficiência (BRITO e DIAS et al., 1994), devolvendo ao usuário uma condição de conforto com relação ao seu convívio social e aceitação de sua deformidade, melhorando seu padrão de vida (GOIATO et al., 2001a).

Decorrente disso, há preocupação com a obtenção de resultados estéticos e funcionais desejáveis, com o mínimo de transtornos ao paciente e ao profissional, o que proporciona o surgimento de novos métodos de confecção das próteses bucomaxilofaciais, como a obtenção de modelos faciais sem a necessidade da sessão de moldagem

---

---

(REITEMEIER et al., 2004). Avanços tecnológicos são incorporados às ciências da saúde para melhorar a qualidade de vida das pessoas.

A mobilidade ocular é considerada um dos mais importantes requisitos da estética, pois induz o disfarce da prótese (CARVALHO, 1982; MAIA et al., 1997), complementada pela perfeita estética da íris e da esclera, como afirmado por Fonseca et al. (1973). Em 1945, Murphey et al. 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, onde a obtenção exata da cor é um trabalho árduo, por não se ter controle sobre a estabilidade da cor das tintas após a acrilização, como referido por D'Almeida (2002).

Segundo Fine (1978), a cor é o resultado dos fenômenos ópticos, em que o objeto absorve parte da luz incidente e reflete outra parte. A cor possui três características essenciais conhecidas como luminosidade, matiz e croma. A luminosidade refere-se ao brilho da cor, indicando a quantidade de preto e branco presente em um matiz, o que diferencia uma cor clara de uma mais escura. O matiz é definido como o nome da cor, assim sendo, o azul, o vermelho ou o amarelo. O croma seria o grau de saturação de um matiz, indicando a quantidade de determinado matiz na cor.

---

---

O autor ainda afirmou que os objetos não refletem o espectro de forma igual, sendo o matiz e o croma determinados pelo comprimento de onda predominante, enquanto alta proporção de luz refletida indicaria alta luminosidade. A origem da luz também é importante na percepção da cor, pois diferentes fontes luminosas emitem diferentes curvas de distribuição de energia espectral. Assim, pode-se notar a variação de cor de objetos diante de diferentes fontes de luz.

O olho é sensível a uma larga faixa de comprimentos de onda que vão aproximadamente de 350-750 nanômetros (bilionésima parte do metro), conforme Turner et al. (1984). O espectro visível representa somente pequena fração do total espectro eletromagnético. Dentro do espectro visível, alguns comprimentos de onda produzem certas sensações visuais. Por exemplo, os comprimentos de onda mais baixos são percebidos como violetas ou azuis (região ultravioleta do espectro visível), enquanto os comprimentos de onda mais altos são percebidos como laranja ou vermelho (região infravermelha do espectro visível).

A observação detalhada das características anatômicas da íris natural é essencial para sua correta reprodução. O desenvolvimento de uma escala de cores, simulando botões de íris (MEISSNER, 1957a, 1960a; MURGO; NEVES, 2001) ou a utilização de meios, como um previsor morfo-crômico, que permitam a visualização prévia da pintura realizada (VARELA; CAVALCANTE, 1964/1965), e a

---

classificação das íris naturais em grupos distintos e bem definidos (MEISSNER, 1957b) facilitam e possibilitam a reprodução fiel desta estrutura ocular.

A qualidade da tinta utilizada para a pintura da íris artificial é de fundamental importância para prevenir descolorimento, manchas e alteração de cor durante a acrilização ou após, como consequência da ação dos raios ultravioleta do sol sobre a pintura. Diferentes tintas podem ser aplicadas sobre papel, preferencialmente tintas hidrossolúveis, pela melhor fixação da pintura na superfície, como a tinta aquarela (HANSON, 1946; PICKLES, 1948; MURPHEY et al., 1949; VARELA; SEIXAS, 1979; GRAZIANI, 1982; SEIXAS, 1984) e a tinta guache (OLIVEIRA, 1977; 1982; MORONI; MORONI, 1999; GOIATO et al., 1999, 2001a, b, c; 2002), apesar de alguns autores empregarem tinta a óleo, automotiva ou verniz sobre papel (MURPHEY; SCHLOSSBERG, 1944; PANATT, 1946). Outras superfícies foram igualmente empregadas e citadas na literatura, como discos de etil celulose (STEWART, 1947) e acetato (DIETZ, 1945; ERPF et al., 1945), nos quais tinta a óleo era aplicada, ou discos de resina acrílica incolor pigmentados por tinta acrílica (FONSECA et al., 1973; ROSSA, 1982; VARELLA et al., 1992; ALFENAS et al., 1998; MURGO; NEVES, 2001), por tinta automotiva (REZENDE, 1997), ou mesmo por tinta aquarela (QUENTIN, 1978).

Em 1944, Murphey e Schlossberg ressaltavam a importância da prótese ocular satisfazer as exigências estéticas, por meio

do restabelecimento do contorno normal da face, da movimentação funcional, da reprodução precisa da cor e das propriedades de reflexão de luz. Murphey et al. (1945), com o objetivo de testar a estabilidade cromática de tintas hidrossolúveis aplicadas sobre papel, pintaram réplicas de íris artificiais e expuseram metade delas à luz natural e artificial correspondendo à exposição de dez anos de utilização das próteses oculares, não encontrando diferença entre o grupo controle e o grupo testado.

Meissner (1959b) afirmou que um dos problemas freqüentemente encontrados é a alteração de cor da íris protética que ocorre durante a acrilização. Analisou, então, pigmentos terrosos e óxidos metálicos quanto à reatividade química em relação à resina acrílica, observando que, com exceção do vermelho cromo, os demais se apresentavam estáveis e proporcionariam resultados favoráveis quando utilizados na confecção de próteses oculares.

Macedo (1982) avaliou diversas tintas sobre diferentes superfícies, obtendo os melhores resultados quanto ao descoramento, 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 formação 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 descoloramento promovido pela ação dos raios ultravioletas e demais fatores ambientais, alguns testes de estabilidade de cor foram realizados por autores como Silva e Carvalho (1994) e D'Almeida (1999; 2002), 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 das alterações de cor das tintas utilizadas na pintura de íris artificiais para prótese ocular, sob a ação do envelhecimento acelerado, em função da tinta, da cor e do método de secagem.

---

# *REVISÃO DA LITERATURA*



## *2 REVISÃO DA LITERATURA*

Em 1935, Travers descreveu a confecção de prótese ocular através do emprego de resina sintética translúcida termopolimerizável para a obtenção da esclera, a qual era envolvida por fina camada de resina transparente termopolimerizável. A íris era obtida a partir de reprodução fotográfica ou de outra reprodução da íris natural impressa em papel, sendo esta reprodução em papel comprimida sob a resina transparente anteriormente mencionada.

Bruce (1940) relatou que as primeiras próteses oculares, confeccionadas por volta de 3000 a.C., foram obtidas em pedras lapidadas do antigo Egito. Mais tarde, aproximadamente em 2400 a.C., os egípcios começaram a decorar suas múmias com olhos artificiais em bronze ou cobre, com a esclera feita em calcita e a íris com pedra polida, ou com aplicações de couro preto ou marrom. A estátua de Ra-em-ké (4000 a.C.), citou o autor, foi adornada com olhos feitos de quartzo opaco branco, com uma pedra brilhante ocupando o lugar da íris, proporcionando maior aparência de vitalidade à estátua. Naquela época, a preocupação com a estética e a harmonia facial era voltada para estátuas e múmias.

---

---

---

Wardman (1944) sugeriu duas técnicas de confecção de próteses oculares. Uma delas utilizava íris de vidro incorporada em fina camada de resina acrílica branca, a qual era totalmente coberta por resina acrílica incolor. A outra técnica diferia da primeira pela utilização de íris pintada à mão.

Em 1944, Murphey e Schlossberg afirmaram que a prótese ocular que não alcança o resultado estético desejado torna-se um incômodo para o paciente, retardando sua reabilitação, interferindo em seu valor psicológico. Os autores comentaram sobre a confecção de próteses oculares pela marinha americana, descrevendo a técnica. Quanto à pintura da íris, seu diâmetro era primeiramente determinado com compasso e lápis, sobre papel liso para aquarela. A pintura da pupila era realizada com diâmetro intermediário entre a abertura pupilar diurna e noturna, utilizando-se tinta nanquim. As cores básicas eram misturadas para obtenção das cores da íris, sendo as tintas à base laca (automotiva à base nitrocelulose) as mais satisfatórias. Após a pintura da cor base, a íris artificial era posicionada próxima à íris natural, comparando-as através de papel fotográfico preto, eliminando, desta forma, a reflexão de outras cores do ambiente sobre a íris. As demais estruturas da íris eram caracterizadas sobre o papel. Após a pintura, a íris era cuidadosamente recortada e protegida com uma camada de laca incolor.

Dietz (1945) utilizou um disco de acetato para a confecção da íris protética. Nesse disco, de diâmetro correspondente ao

---

---

da íris natural, era aplicada tinta a óleo, em ambiente com iluminação natural ou sob luz fluorescente balanceada. Para a secagem da íris, o disco pintado era deixado em ambiente com 58°C por tempo não inferior a oito horas. A pupila era obtida colando-se um disco preto atrás da pintura, antes da inclusão do disco de acetato em mufla especial, onde era protegido por duas camadas de resina incolor, com uma das superfícies convexa.

Erpf et al. (1945) apresentaram as vantagens da prótese ocular confeccionada em resina acrílica, ressaltando os aspectos anatômicos da cavidade anoftálmica e os fatores relacionados à mobilidade da prótese ocular. Desenvolveram uma técnica de confecção de prótese ocular em oito etapas, sendo a pintura da íris artificial realizada sobre disco de acetato de celulose transparente, medindo 11 a 12,5 mm de diâmetro e possuindo uma perfuração central de 0,25 mm de diâmetro. Utilizavam tinta a óleo nas cores branco de zinco, preto marfim, verde corno, azul cobalto, âmbar queimado, amarelo ocre e vermelho de cádmio. Após a pintura dos discos, os mesmos eram colocados em estufa à temperatura de 55°C, para secagem. A pupila era representada por um disco de acetato vinílico preto. Os autores desenvolveram uma mufla para confecção dos botões de íris, em que os discos pintados ficavam aprisionados dentro de duas camadas de resina incolor. Um dos lados era plano, no qual o disco correspondente à pupila era posicionado, e o outro lado possuía convexidade semelhante à curvatura córnea.

---

No mesmo ano, Murphey et al. (1945) referiram os incidentes ocorridos com as próteses oculares de vidro, durante seu uso pelos pacientes, como quebras acidentais, explosões ou irritação aos tecidos da cavidade anoftálmica por próteses atacadas pelas secreções lacrimais. Considerando a vantagem da confecção de próteses oculares em material plástico, os autores referiram sua preocupação com a variação de cor das tintas utilizadas para pintura da íris artificial. Com o objetivo de testar a estabilidade cromática de tintas hidrossolúveis aplicadas sobre papel, realizaram a pintura de várias réplicas de íris, cortando-as ao meio. Uma das metades foi processada como de costume para obtenção do botão de íris. A outra metade foi guardada em ambiente protegido da luz. As metades processadas foram submetidas a envelhecimento, segundo as normas do *National Bureau of Standards* pela exposição à luz natural e artificial correspondendo à exposição de dez anos de utilização das próteses oculares. Após esse período, as réplicas foram colocadas lado a lado com suas metades não processadas e foram comparadas quanto à alteração de cor. Os autores concluíram que, não sendo possível observar qualquer alteração de cor ou intensidade, os botões de íris obtidos poderiam ser inseridos nas escleras caracterizadas. Tintas à base laca poderiam ser utilizadas para caracterizar a esclera artificial e um tipo especial de tinta nanquim poderia ser aplicado para criar as veias artificiais. Os autores ainda citaram a importância da utilização de agentes fluorescentes no polímero e

monômero e nos pigmentos usados para a pigmentação do acrílico para a obtenção de propriedades fluorescentes, o que proporcionaria maior naturalidade da prótese ocular sob diferentes fontes luminosas.

Brandt (1946) realizou breve descrição sobre a confecção das primeiras próteses oculares pelos oficiais do exército americano. Citou a obtenção de íris protéticas a partir de pigmentos inorgânicos naturais dissolvidos em óleo, aplicados sobre discos de etil celulose ou de acetato de celulose, medindo 0,25 mm de espessura e com perfuração pupilar, correspondente ao diâmetro da pupila do olho remanescente. De acordo com o autor, esses pigmentos não perdem sua intensidade, podendo ser aplicados em várias camadas de cores, possibilitando a caracterização precisa da íris pelo profissional experiente. Após período de secagem, a confecção da prótese ocular segue a mesma seqüência daquela preconizada por Erpf et al. (1945).

Erpf et al. (1946) afirmaram que suas próteses apresentavam efeito tridimensional, obtido pela pintura de ambos os lados do disco de acetato perfurado. Depois de incluído em calota de resina incolor, era obtido efeito de profundidade colocando-se um disco preto por trás da pintura, a certa distância. Defenderam esta técnica sobre a convencional, reconhecendo como vantagens a realização de botões de íris para estoque, o conhecimento da cor final das mesmas, a eliminação de múltiplas prensagens e o desgaste de precisão na contramufla para a obtenção da curvatura da íris. Ainda referiram as propriedades da resina

de metil metacrilato, importantes por satisfazer a função, a estética e o conforto.

Grassle (1946) descreveu a confecção da prótese ocular a partir do estudo da cavidade anoftálmica, comparando-a com o olho normal, e relatou a importância da colocação de implantes no interior da cápsula de Tenon, camada de tecido conjuntivo denso que envolve a superfície da esclera, para restabelecimento do volume e aprimoramento da mobilidade da futura prótese. A confecção da íris era realizada a partir de disco incolor de plástico, medindo 0,25 mm de espessura e diâmetro selecionado de acordo com o tamanho natural da íris remanescente, com perfuração central correspondente ao diâmetro da pupila. A pintura, realizada de acordo com as cores e detalhes do olho natural, era levada à estufa à 55°C por período não inferior a 14 horas. O disco deveria ser incluído conforme técnica descrita por Erpf et al. (1945). A pupila era confeccionada em disco plástico preto, posicionado sobre a superfície lisa do botão de íris. O autor referiu a utilização de tinta a óleo e solução colorida de polímero e monômero para a caracterização da esclera. Acreditamos, portanto, que os mesmos materiais eram utilizados para a pintura da íris artificial.

Hanson (1946), preocupado em reproduzir a íris do paciente, utilizava tinta aquarela aplicada sobre discos de papel. Com o objetivo de obter estética facial, buscava a reprodução detalhada da íris e sua harmonização com a cor dos cabelos do paciente, nos casos de

perda bilateral do bulbo ocular. A pupila era realizada pintando-se um círculo preto diretamente sobre o disco de papel. Após a secagem da pintura, o disco era posicionado em escavação confeccionada na esclera artificial.

No Chile, Panatt (1946) escreveu um artigo sobre a reposição protética do olho perdido, afirmando existirem pontos poucos estudados, como a coloração da íris. O autor cita que os pigmentos utilizados para a pintura da íris sofriam alteração de cor durante o processo de polimerização da resina acrílica, causando distorção pela refração da luz. Um artista era o responsável pela caracterização da íris sobre papel, utilizando tintas à base de óleo, laca ou verniz. Após realizar a pintura, o artista a comparava à íris natural, por meio de uma máscara preta, eliminando interferências de outras estruturas adjacentes. Posteriormente à secagem, que durava no mínimo um dia, a pintura recebia camada de verniz protetor. Finalizada, a íris artificial era posicionada em escavação previamente confeccionada na esclera artificial.

Niiranen (1947) descreveu a técnica de confecção de prótese ocular desde a primeira consulta do paciente até a entrega final. Apresentou uma modificação da técnica adotada na marinha, em que a pintura da íris em aquarela sobre papel era seca em estufa a 60°C, realizando-se a fixação da pintura com solução saturada de polímero incolor de metil metacrilato e benzeno. Após quinze minutos em

temperatura ambiente, a pintura era novamente levada à estufa a 60°C por uma hora. Em caso de retoques, a fina camada era removida ou retocada diretamente, sendo novamente fixada com outra camada de proteção.

Stewart (1947) apresentou uma técnica modificada daquela utilizada pelo exército. A pintura era realizada em ambas as faces do disco de etil celulose transparente perfurado, iniciando pela caracterização na superfície posterior do disco, seguida pelo halo externo, cor base do estroma e do halo peripupilar. Na face anterior do disco eram realizadas as manchas e estriações. O autor empregou tinta a óleo nas cores branco de titânio, preto marfim, óxido de cromo, azul cobalto, âmbar queimado, amarelo ocre e vermelho carmim. Depois de pintados, os discos eram secos em estufa à temperatura de 70°C durante 3 horas, sendo a pupila representada por disco preto de acetato vinílico. O autor referiu a necessidade de evitar excesso de monômero durante a confecção do botão de íris, o que poderia causar formação de bolhas ou o extravasamento da pintura.

Pickles (1948) descreveu uma técnica de confecção de prótese ocular, na qual obtinha-se a ceroplastia da esclera artificial. A posição pupilar era demarcada naquele padrão de cera e, tendo essa posição como centro de referência, fazia-se uma escavação para acomodação de disco de bronze, medindo 11 mm de diâmetro, com a superfície externa convexa, simulando a córnea. A porção interna do

disco de bronze possuía perfuração central correspondente à abertura pupilar. O conjunto era incluído e a cera eliminada. Na concavidade central do disco de bronze adaptava-se um bastão preto de resina, sobre o qual colocava-se um disco acrílico cinza de 12 mm de diâmetro, a fim de simular uma sombra através da esclera. A íris era pintada sobre discos de celulóide, resina manufaturada ou cartolina, com tintas a óleo ou aquarela. O autor afirmou ser a cartolina a melhor superfície para aplicação das tintas, por promover melhor absorção.

Em 1949, Murphey et al. descreveram uma técnica de confecção de íris a partir da observação de fotografias do olho remanescente, que seriam auxiliares para determinação do diâmetro da íris e da pupila. Para a pintura, utilizavam papel liso especial para aquarela, sobre o qual desenhavam uma circunferência ligeiramente menor do que o diâmetro da íris natural, a fim de compensar o efeito de ampliação proporcionado pela resina incolor. A íris era pintada com tinta aquarela e a pupila com tinta nanquim. Posteriormente à reprodução de todos os detalhes, a íris artificial era comparada à íris natural sob diferentes incidências de luz e diferentes ângulos de visão. Estando seca a pintura, a íris era alojada em cavidade previamente preparada na esclera artificial.

Turrell (1949) apresentou uma técnica em que a íris era obtida após a conclusão da prótese ocular. A vantagem seria a possibilidade de correção da cor antes do posicionamento da íris na

---

esclera. O bastão da pupila e o disco da íris eram confeccionados em resina acrílica, em vários tamanhos, sendo armazenados até o momento do uso. O bastão da pupila era obtido a partir de molde metálico preenchido com resina acrílica incolor pigmentada por tinta a óleo ou tinta para impressão preta. O disco da íris era formado através de vazador de disco que possuía um encaixe central para o bastão da pupila, sendo possível a inserção de um disco de papel pintado na porção posterior ao disco. O autor utilizava tinta aquarela em pó para caracterização da esclera.

Erpf (1953) estudou comparativamente as próteses oculares confeccionadas em vidro e em resina, de modo a estabelecer condições criteriosas de escolha. O autor pretendeu comparar a compatibilidade biológica, aparência estética, durabilidade do material, estabilidade das cores empregadas, adaptabilidade de forma e custo. Quanto à estabilidade de cor, as próteses de vidro mostraram alteração durante a fabricação causada por oxidação e outras mudanças químicas sofridas pelos próprios pigmentos, sendo a cor final extremamente resistente ao descoloramento e à ação dos raios solares, contudo, susceptível a manchas extrínsecas. As próteses em resina acrílica apresentaram rápida degradação da cor após pequeno período de exposição aos raios solares, quando pigmentos inadequados foram utilizados. Os pigmentos puros e aqueles à base de óxidos metálicos estariam indicados para a obtenção de próteses oculares de ótima

---

---

qualidade. Esses pigmentos deveriam ser cuidadosamente selecionados e misturados, prevenindo alterações devido à temperatura, durante o processamento ou pelas condições de uso.

Costa (1953/1954) descreveu uma técnica de obtenção de prótese ocular individualizada. Após a confecção da esclera artificial, a partir de molde em alginato da cavidade anoftálmica, era realizada a demarcação da centralização pupilar. Com broca cilíndrica não picotada, realizava um nicho de aproximadamente 6 mm de profundidade correspondente ao diâmetro da íris. A etapa seguinte era o preenchimento do nicho com resina acrílica pigmentada de acordo com a cor predominante da íris remanescente. Após a polimerização do disco de resina pigmentado, aplicava-se fina camada de bálsamo do Canadá e, através de finos fios de algodão ou linho coloridos, realizavam-se raios, malhas e demais estruturas da íris. A pupila era pintada com tinta a óleo na cor preta.

Welden e Niiranen (1956) afirmaram que a confecção de próteses oculares requer um profissional habilidoso e conhecedor das técnicas de duplicação das características da esclera e da íris. Devido à grande demanda de próteses oculares, ao pequeno número de profissionais capacitados para o trabalho e à existência de próteses de estoque produzidas comercialmente, havia a possibilidade de adaptação das próteses pré-fabricadas realizadas por profissionais não especializados. As próteses pré-fabricadas eram comercializadas em três

---

formatos básicos (oval, padrão e triangular), cada um em três tamanhos (pequeno, médio e grande). As íris eram confeccionadas em três cores básicas (azul, castanho e castanho avermelhado). A prótese era selecionada de acordo com o olho natural do paciente e o tamanho da cavidade anoftálmica, sendo desgastada posteriormente e funcionando como moldeira individual para alginato. Posteriormente à moldagem, era reembasada com resina acrílica.

Conforme Meissner (1957a), a pintura da íris artificial é uma arte, uma ciência. Na confecção de olhos plásticos, afirmou haver dois problemas: a fidelidade da íris reproduzida e o tempo de execução para este trabalho. Para tentar solucionar os problemas, o autor utilizava tanto para a confecção da íris quanto para estabelecer uma classificação geral da mesma, a teoria da cor, métodos sistemáticos de análise de elementos morfológicos que aparecem na íris, o emprego de fichas clínicas padronizadas, o controle dos elementos e fatores ambientais variáveis durante a análise. Segundo a teoria de cor de Ostwald, esta poderia ser organizada em dois grupos fundamentais: série acromática (branco, negro e escala de cinza) e série cromática (amarelo, vermelho, azul, verde, a mistura delas entre si e delas com a escala de cinza). Colocando-se nos quatro pontos cardinais de uma circunferência as quatro cores primárias, que mescladas entre si originaram cores secundárias e terciárias, obteve-se uma rosa cromática de 24 cores diferentes. Se a rosa cromática fosse disposta em torno de um eixo axial

dado por uma escala de cinza, eqüidistante de todos os seus pontos, obtinha-se quantidade cada vez maior de cores, que combinariam a cor básica ao branco, ao negro e às várias tonalidades de cinza, reunindo 680 valores cromáticos. Ostwald, segundo Meissner, definiu cada um desses elementos indicando o número correspondente ao valor de cor e ao conteúdo de branco e negro por meio de letras que designariam a série acromática. Para obter as propriedades de transparência, brilho e luminosidade da cor da íris, produzidas pela córnea, as tabelas colorimétricas de Ostwald foram incluídas em acrílico, e coladas em suporte de alumínio, permitindo a comparação com as cores da íris e prática anotação das mesmas. Para facilitar o estudo dos elementos cromáticos fundamentais da íris, Meissner dividiu sua superfície em quadrantes determinados por um sistema de perpendiculares, numerados de acordo com a disposição das horas do relógio. A correta distribuição dentro dos quadrantes foi garantida pela confecção de instrumento com uma lâmina transparente, na qual havia gravado o diagrama correspondente ao tamanho normal da íris remanescente do paciente durante o exame. Todos os detalhes deveriam ser cuidadosamente analisados e anotados em ficha clínica.

Meissner (1957b) continuou seu estudo sobre a pintura de íris em oftalmopróteses, enfatizando a necessidade de meio ambiente controlado, com luminosidade de intensidade uniforme e natureza policromática, mostruário de cores, ficha clínica padronizada, régua

milimetrada e instrumento para medir a extensão das zonas estruturais pelo diagrama (MEISSNER, 1957a). Após observação de 1000 íris, o autor classificou-as pelos aspectos cromáticos em íris claras (azuis, verdes...), íris pardas e íris híbridas (verde e parda) e descreveu suas características morfológicas e cromáticas, segundo a rosa cromática de Ostwald (MEISSNER, 1957a).

Meissner (1957c), depois de estudar científica e detalhadamente os diferentes elementos estruturais, tanto morfológicos como cromáticos da íris, percebeu haver o problema da fiel reprodução da mesma. O autor executava este trabalho na ausência do paciente, tomando como fundamento as anotações realizadas nas respectivas fichas clínicas. Certas condições deveriam ser cumpridas para a confecção de uma oftalmoprótese com êxito: efetuar análise rigorosa e sistemática dos elementos a reproduzir, em condições ambientais ótimas e estabelecidas; reproduzir a íris nas mesmas condições ambientais. Para a reprodução fiel dos valores cromáticos, o autor recorria à organização de cor de Ostwald, no qual havia 680 valores diferentes que apareciam no corpo geométrico de cor, correspondendo à combinação das 24 cores que formavam o círculo cromático com a escala de cinza. Após a pintura do substrato básico, os elementos estromáticos eram superpostos, começando pelos elementos inferiores e terminando pelos superiores. O autor defendeu a utilização de pigmentos puros sobre papel em emulsão

de gema de ovo como veículo e afirmou que esta composição secava rapidamente, era inalterável sob calor, água e ação de polimerização.

Meissner (1959a) estudou detalhadamente as diferentes estruturas e as diferentes zonas da cor de uma íris, observando diferentes planos de profundidade na superfície cromatizada. Para construir uma íris que apresentasse em sua superfície aquela profundidade, e em cuja topografia estivessem dispostos os elementos estruturais em diferentes planos, o autor idealizou uma técnica em que a reprodução de cores e estruturas seria realizada em duas superfícies superpostas separadas por fina porção de acrílico incolor. Os feixes de luz que iluminassem as transparências cromáticas do plano superior da íris a atravessariam parcialmente, refletindo-se no plano mais profundo. A anatomia da íris assim reproduzida corresponderia em todos os seus detalhes ao aspecto natural da íris sã. O primeiro plano era pintado sobre papel, utilizando pigmentos puros, caracterizando os elementos estruturais mais marcantes. Após a secagem da pintura, o disco era posicionado em mufla especial para que fina camada de resina acrílica fosse prensada sobre a pintura. O primeiro plano finalizado era fixado, então, à ceroplastia. Depois de prensada e polimerizada a resina opaca para esclera, procedia-se à construção do segundo plano da íris, desgastando-se a superfície sobre o primeiro plano e deixando fina camada de resina incolor, sobre o qual as demais estruturas da íris seriam reproduzidas. A pupila poderia ser pintada sobre o papel ou sobre a resina, com tinta nanquim.

Meissner (1959b) escreveu outro artigo sobre a reprodução da íris em oftalmopróteses, afirmando que um dos problemas freqüentemente encontrados era a alteração de cor que ocorria durante a acrilização, e conseqüentemente, a dificuldade em reproduzir a íris natural. Portanto, concluiu que, para determinar qual associação de pigmentos não sofreria alteração pelo calor ou pelo contato com a resina acrílica, deveria ser realizado um estudo de reatividade química dos pigmentos. O autor analisou pigmentos terrosos e óxidos metálicos, como branco de zinco (ZnO), preto marfim (C), o amarelo cromo (CrO<sub>4</sub>PB), amarelo ocre (FeO), siena queimado (FeO<sub>3</sub>), vermelho cromo (CrO<sub>4</sub>PB CH<sub>3</sub>COOK), vermelho de cádmio (CdS), e azul ultramar (Na + K). Estes pigmentos, excetuando os dois primeiros, foram misturados entre si, originando várias outras tonalidades. As cores foram divididas em três porções e os testes realizados em porções. Os pigmentos foram aplicados em discos, os quais foram incluídos, polimerizados e dispostos para análise visual da cor. O autor observou que, com exceção do vermelho cromo, os demais se apresentavam estáveis. A análise química mostrou que o grupamento orgânico CH<sub>3</sub>COOK do vermelho cromo era sensível ao calor durante o processamento da prótese. Concluiu que o uso de pigmentos puros, inalteráveis pelo calor e resistentes mesmo quando misturados a outros, poderia ser obtida fidelidade cromática da íris artificial.

Meissner (1960b) discorreu sobre as vantagens das próteses plásticas em relação às confeccionadas em vidro.

Descreveu os princípios da confecção das próteses oculares individuais, enfatizando as principais propriedades do material plástico, como inquebrável, de efeito estético muito favorável, adaptação mecânica perfeita, grande mobilidade, ação inócua sobre os tecidos, durabilidade e estabilidade, fácil confecção e individualização, possibilidade de modificação da forma externa, com técnica de confecção relativamente simples e a possibilidade de aplicação da teoria de cor de Ostwald. Segundo o autor, a prótese ocular poderia ser utilizada por cerca de dez anos sem sofrer ataque das secreções lacrimais e sem apresentar alterações de cor, desde que pigmentos puros, inalteráveis e de ótima qualidade fossem utilizados. Afirmou ainda que a aplicação de um método e de uma disciplina rigorosa de execução seria absolutamente necessária para confeccionar uma prótese ocular que reunisse o máximo de condições essenciais e através das quais seria obtido resultado estético satisfatório.

Meissner (1960a) sugeriu a tomada de fotografias coloridas da íris sã do paciente para servirem de modelo para determinar e registrar os diferentes elementos morfológicos e cromáticos da superfície da mesma, associada com o exame individual, obtendo-se assim, o diagrama respectivo para a precisão da caracterização da sua estrutura. O autor considerava que a fotografia oferecia maior possibilidade de obtenção de uma imagem cromática e morfológica exata da superfície da íris a ser reproduzida. O exame individual e as fotografias

seriam registrados em ficha individual do paciente. Quanto à inclusão da fotografia em resina acrílica, atuando diretamente na confecção da prótese ocular como íris artificial, Meissner comentou que, apesar de atrativa, era uma possibilidade que não ofereceria garantia de êxito, devido a múltiplos fatores técnicos que diminuiriam a segurança da reprodução, não apresentando fidelidade cromática suficiente em todos os casos. Em última análise, referiu os problemas gerados pela inclusão em material plástico, estando a impressão fotográfica exposta à ação do acrílico, da pressão e da temperatura, sofrendo descoloração após a acrilização.

Varela e Cavalcanti (1964/1965) citaram diversos métodos de confecção de íris artificiais, não encontrando nenhum que eliminasse a alteração de cor da pintura após a acrilização da resina acrílica incolor que recobre a íris. Referiram a pintura da íris com tinta aquarela, submetida à secagem na estufa ou sob luz infravermelha por 6 horas, bem como a utilização de tinta a óleo, fotografia colorida do olho natural ou reprodução litográfica como tentativas sem sucesso para solucionar o problema. Ademais, consideraram a fixação da pintura com aplicação de gotas de monômero, o que também não evitava a variação de cor após inclusão. A fim de evitar a perda do trabalho de confecção de uma prótese ocular, poderiam ser obtidas três ou quatro pinturas semelhantes para comparação antes da adaptação na esclera artificial. Os autores, após a revisão de algumas técnicas anteriormente utilizadas,

descreveram um aparelho construído com resina acrílica transparente, que permitiria a visualização antecipada das características cromáticas e morfológicas da íris artificial, antes de sua inclusão. Esse previsor morfo-cromático era confeccionado em duas metades; a porção superior possuía forma convexa com cerca de 15 mm de diâmetro e a inferior era constituída de suporte para a íris pintada e cabo. A porção superior era colada com resina acrílica sobre a superfície do suporte, permanecendo uma fenda entre elas, onde poderia ser introduzido o disco pintado.

Em 1973, Bartlett e Moore descreveram a confecção de prótese ocular em cinco sessões. Após determinação do diâmetro da íris, esta era pintada sobre papel para aquarela, com tinta acrílica nas cores vermelho alizarina, amarelo ocre, azul profundo ultramar, branco de titânio, siena queimado e âmbar queimado. A cor mais escura era a primeira a ser pintada, seguida pelo halo peripupilar e terminando com as estrias mais claras da íris. A secagem de cada camada era acelerada pela utilização de pistola de ar quente.

Fonseca et al. (1973) apresentaram breve histórico da confecção de próteses oculares, ressaltando a evolução ocorrida desde as primeiras tentativas. Os autores comentaram uma técnica de confecção do botão de íris como resultado da experiência adquirida durante anos de prática e pesquisa, enfatizando que a melhor superfície para revelar a pintura seria a cartolina de cor preta, por apresentar menor descoloração durante as fases subseqüentes da execução da prótese e

posteriormente sob ação dos raios solares. A cartolina seria recortada por meio de vazadores depois de determinado o diâmetro da íris, reduzindo-se meio milímetro para compensar o efeito de lupa da resina acrílica. A tinta mais indicada seria a aquarela, em suas cores primárias. Posteriormente à pintura e secagem, o disco de cartolina era posicionado em mufla. O molde, previamente confeccionado, possuía o formato de meia calota. A superfície plana desse molde era preenchida com resina acrílica opaca, na qual seria colado o disco de papel. Assim, resina acrílica incolor termicamente polimerizável seria prensada sobre o conjunto, ocupando o restante do molde e adquirindo formato convexo. Dessa forma, esse botão de íris poderia ser acrescentado à ceroplastia da esclera, seguindo-se a confecção da prótese ocular. Contudo, os autores citaram a superioridade das íris pré-fabricadas em relação à estabilidade cromática e durabilidade, sendo estas confeccionadas com tinta acrílica, protegida por camada de verniz escuro, sobre a superfície posterior da calota de resina acrílica incolor, não precisando de várias inclusões.

Chalian et al. (1976) utilizaram discos de etil celulose transparente, em diâmetros de 11, 11.5, 12 e 12.5 mm, para a obtenção das íris artificiais de suas próteses oculares. Uma abertura pupilar era criada com tamanho aproximado da pupila normal do paciente em condições de luminosidade média, onde era colocado um disco de acetato preto. Os autores utilizavam nesta técnica tinta a óleo de alta qualidade. A pintura era iniciada pela periferia da íris com a cor base, seguida pela

zona que circunda a pupila (colarete). Na face posterior do disco, era aplicada a cor do estroma, de forma radial e estriada. A última zona compreendia as marcas e manchas em variadas cores. O fato de o disco ser pintado em ambos os lados proporcionaria efeito tridimensional à íris artificial. Após a pintura, os discos eram levados à estufa a 70°C por 3 horas.

Couillard e Schaaf (1976) confeccionaram próteses oculares em resina acrílica quimicamente ativada coberta com placa à vácuo. Os autores citaram como vantagens para esta técnica, a maior produção de próteses oculares quando comparada à outra técnica, a demora do processo de termopolimerização e a possibilidade de alterar a curvatura dos cantos medial e lateral da prótese de estoque para atender às necessidades individuais. Após a confecção da esclera artificial, uma cavidade correspondente ao diâmetro da íris e da pupila era confeccionada sobre a esclera artificial. A pintura da íris era realizada diretamente na resina, aplicando-se pigmentos acrílicos diluídos em solução de polímero acrílico. Após a pintura da íris e caracterização da esclera, uma camada de solução de polímero acrílico era aplicada, sobre a qual os autores adaptavam uma placa a vácuo de 2 mm de espessura. A interface entre a placa e a resina acrílica da esclera era selada com resina acrílica quimicamente ativada.

Benson (1977) referiu que a perda do olho deveria ser substituída imediatamente, de modo que o paciente pudesse retornar a

---

uma vida normal. Para a confecção da íris protética, selecionava previamente o tamanho e a cor da íris por meio da observação do olho natural. A pintura era realizada sobre disco de etil celulose de mesmo diâmetro da íris natural, utilizando tinta a óleo. Antes da pintura, o autor confeccionava um orifício na região pupilar. A determinação das cores da íris era realizada sob luz natural e artificial e a seqüência de caracterização era iniciada pelo estroma (cor predominante), fundo (cores do limbo, região externa da íris), colarete (área em volta da pupila) e as estrias e manchas da superfície anterior. A pupila era obtida pela colocação de um disco de vinil preto sobre o orifício do lado não pintado do disco. O disco, depois de finalizada a pintura, era levado à estufa a 70°C durante 8 horas. Após esse período, o disco era levado à mufla especial para confecção do botão de íris.

Carvalho (1977) descreveu a confecção de prótese incolor em concha, na qual utilizava íris pré-fabricadas importadas da França, as quais apresentavam uma escala de, aproximadamente, duzentas e quarenta cores.

Oliveira (1977) citou a confecção da íris artificial como sendo o mais difícil e importante dos passos técnicos, e recomendou ao profissional conhecimentos fundamentais sobre teorias da cor e suas explicações, análise dos elementos morfológicos da íris, seleção de cores e sua reprodução. A pintura da íris era realizada de acordo com as proposições de Meissner (1957a), a partir da rosa de Ostwald. A tinta

---

utilizada era a guache (Corfix), nas cores amarelo 3, vermelho 13, azul ultramar 25, branco titânio 1, preto marfim 21. A pintura era feita sobre papel de qualidade em forma de discos, obtidos por um aparelho geratriz de discos com contorno circular correto e bem centrado e com perfuração pupilar. Os discos pintados eram levados a muflas especiais, onde seriam obtidos os botões de íris.

Fine (1978) abordou em seu trabalho a importância da obtenção de cor para o sucesso da reabilitação em prótese bucomaxilofacial. Enfocou os princípios básicos de terminologia, como as cores são influenciadas pelas fontes luminosas, definiu as propriedades gerais dos objetos coloridos, corantes e pele humana. Segundo o autor, a cor seria o resultado dos fenômenos ópticos, em que um objeto absorve parte da luz incidente e reflete outra parte. Dessa forma, para que a cor desejada seja obtida, devem-se conhecer os fatores que estão envolvidos na sua determinação e reprodução.

Quentin (1978) confeccionou íris da prótese ocular colorindo finos discos de resina acrílica de 1 mm de espessura, com diâmetros variados. A tinta utilizada era a aquarela aplicada com pincéis finos. O disco pintado era posteriormente inserido em cavidade confeccionada na face anterior da prótese ocular.

Helland (1979) sugeriu alguns métodos de obtenção de íris protética. O primeiro método seria a pintura sobre discos de papel para aquarela, utilizando tinta acrílica. O disco era inicialmente colado

sobre uma haste do mesmo papel, possibilitando melhor apreensão do disco e lugar conveniente para testar as misturas de tintas. Quanto à pintura, esta deveria ser iniciada pelas cores escuras, em finas pinceladas radiais. O autor referiu que, embora a tinta acrílica fosse a mais popular, a aquarela também poderia ser usada nesta técnica, embora consumisse mais tempo na pintura e na secagem e suas cores não fossem tão estáveis como as da tinta acrílica. O segundo método utilizava tinta a óleo sobre discos de acetato preto, empregando solução de monômero/polímero como meio. O terceiro método utilizava tinta a óleo, fazendo uso de óleo de linhaça como meio, sobre disco de acetato incolor com abertura pupilar. Após a pintura, o disco deveria ser levado para secar durante quatro a seis horas em estufa entre a temperatura de 52 a 60°C. A pupila era confeccionada em disco de acetato preto colocado por trás da íris pintada.

Varela e Seixas (1979) sugeriram para a confecção de íris para prótese ocular a utilização de aquarela sobre discos de cartolina branca, perfurados no centro para simular a pupila. Esta era obtida pela colagem de papel preto na face posterior do disco pintado. O conjunto era levado a uma mufla especial para obtenção do botão de íris.

Oliveira (1982), a respeito da aplicação da teoria da cor, afirmou que todas as cores que produzem uma impressão vêm das cores primárias vermelho, amarelo e azul. A mistura delas em quantidades iguais originaria as cores secundárias laranja, verde e violeta. Se as cores

primárias fossem misturadas às secundárias, haveria novas cores, que, misturadas às secundárias, originariam as cores complementares. As tonalidades das cores seriam obtidas com as cores chamadas acromáticas: preto, branco e escala de cinza. Quanto à confecção de próteses oculares, o autor defendeu o emprego da tinta aquarela ou guache sobre disco de papel branco espesso na pintura de íris artificiais. O disco de papel possuía perfuração central para a pupila, que poderia sofrer variações em seu diâmetro conforme o uso diurno ou noturno da prótese. A observação da íris remanescente deveria ser feita através de lentes de aumento, sob fonte de luz natural indireta. Para cada paciente, o autor pintava três íris ao mesmo tempo, escurecendo-as gradualmente, pois o processo de acrilização faria com que parecessem mais claras.

Graziani (1982) preconizou a pintura de íris sobre discos de papel, utilizando tinta aquarela. Após cada caracterização, o disco pintado deveria ser levado à estufa, para evitar misturas indesejáveis de cor e proporcionar correta desidratação da pintura. A caracterização da íris artificial era iniciada pela pupila, pintada com tinta nanquim. Antes de ser considerada finalizada e posicionada sobre a esclera artificial, a íris protética deveria ser comparada com a íris remanescente sob diversas fontes de luminosidade e diferentes ângulos de deflexão da luz.

Macedo (1982) avaliou diversos materiais de pintura, a fim de obter melhores resultados estéticos. As tintas avaliadas foram hidrossolúveis, oleosas e acrílicas, aplicadas em hastes de papel cartão,

cartolina, papel “Carmem” e papel celofane. As hastes foram pintadas e cortadas ao meio, sendo que uma metade foi mantida como controle e a outra foi submetida aos testes de envelhecimento e meios utilizados para secagem, influência dos raios solares, método de acrilização e composição da tinta. Quanto ao processo de secagem, a pintura foi exposta ao ar quente, exposta diretamente a uma fonte de luz infravermelha por duas horas e deixada secar naturalmente. O método que apresentou melhor resultado foi aquele em que a pintura foi colocada sobre tela metálica com o lado pintado voltado contra a fonte luminosa, recebendo a temperatura por cerca de seis horas, intercalando-se duas horas ligada e duas desligada. A secagem por luz infravermelha proporcionou leve descoramento da pintura avaliada. Quanto aos testes de acrilização, as hastes teste foram cobertas por resina acrílica incolor quimicamente ativada e submetidas ao tratamento térmico de acrilização. A tinta hidrossolúvel tipo aquarela foi a que melhor resultado apresentou quanto à ausência de manchas, estabilidade de cor e baixo descoramento. Além disso, os papéis claros apresentaram o inconveniente de tornar a pintura mais clara após a acrilização. O melhor papel foi o “Carmem”, na cor negra. Os melhores pincéis foram os de pêlo de marta de nº 00, 0 e 1. O autor descreveu, então, a técnica de pintura de íris artificial que preconizava. O diâmetro da íris do olho natural era medido através de compasso de pontas secas. Utilizando-se vazador, um disco de papel “Carmem” era recortado no diâmetro ligeiramente inferior ao do olho

---

natural. O disco era colado em haste de papel cartão para facilitar a apreensão. A análise da íris era feita conforme descrito por Meissner (1960b). A pintura era realizada com tinta aquarela (Talens, Holanda), e submetida à secagem pelo calor, como mencionado. A confecção do botão de íris era iniciada imediatamente após o término do processo de desidratação da pintura. O autor concluiu que, quanto mais seco estiver o disco pintado, maior nitidez de pintura será obtida após a acrilização.

Rossa (1982) realizava a pintura da íris protética diretamente sobre disco de resina acrílica. O disco era obtido a partir de moldes metálicos de diversos diâmetros. Antes de iniciar a pintura, a superfície plana do disco acrílico deveria ser suavizada com lixa fina, para preparar a superfície. O autor utilizava tinta acrílica, iniciando a reprodução da íris protética pela caracterização da pupila. Após a finalização e secagem da pintura, o disco era posicionado sobre escavação confeccionada na superfície anterior da esclera.

Turner et al. (1984) realizaram estudo para avaliar a coloração intrínseca de poliuretano alifático, material utilizado na confecção de próteses faciais. Os corpos-de-prova foram pigmentados com quatro diferentes pigmentos e foram submetidos a envelhecimento acelerado por 900 horas em câmara de teste Weather-O-Meter (Atlas Eletronic Company, Chicago). Após o envelhecimento, os corpos-de-prova foram comparados ao grupo teste, não exposto ao envelhecimento, sendo analisados por método visual e através de espectrofotometria de

---

reflexão. Os autores não encontraram alterações significantes entre os grupos, em ambos os métodos de avaliação.

Seixas (1984) avaliou a influência de alguns materiais utilizados como adesivos entre a íris pintada com tinta aquarela em papel e as calotas e bases pré-fabricadas, onde os adesivos utilizados foram resina acrílica incolor termopolimerizável, resina acrílica incolor quimicamente ativada, mistura de clorofórmio e polímero de resina acrílica, e o Super Bonder Adhesive 493 (Loctite Química Ltda., Brasil). Como resultado, observou que todas as cores apresentaram-se mais claras, sendo que a menor alteração foi observada no grupo clorofórmio/polímero de resina acrílica incolor termopolimerizável.

Nuti Sobrinho et al. (1986), depois de apresentarem detalhado histórico sobre o surgimento e a evolução da confecção de próteses oculares, descreveram a confecção de olhos artificiais individualizados para trinta pacientes com anoftalmia adquirida por trauma ou causa congênita. Os autores propuseram a confecção das próteses em resina acrílica e ressaltaram suas vantagens sobre outros materiais, como a estética e resistência frente às secreções da cavidade anoftálmica.

Fonseca (1987) publicou um livro sobre próteses oculares, narrando as várias tentativas de reparação da cavidade anoftálmica ao longo da história e seu progresso técnico-científico. Para melhor elucidar o complexo tecnológico que permite a tolerância, a estética e a mobilidade destas próteses, o autor introduziu noções de histologia do bulbo ocular e

seus principais anexos. A etiologia, a patologia e a ocorrência das perdas oculares também foram abordadas. Foram citados todos os passos de confecção de próteses oculares, com especial atenção à pintura da íris artificial. Variações técnicas e soluções protéticas, cirúrgicas ou cirúrgica-protéticas foram apresentadas e discutidas para orientar a melhor terapia para as dificuldades apresentadas pelas cavidades anoftálmicas deformadas.

Macedo (1987) referiu que um dos principais fatores na dissimulação de uma prótese ocular é uma perfeita íris protética. Para a confecção desta estrutura, existiriam várias técnicas, dentre as quais poderiam ser citadas a obtenção da íris artificial decorrente de próteses pré-fabricadas; ou por fabricantes de botões de íris protéticas e por meio de pintura individualizada. O autor mencionou que a íris seria o centro de atenção do olho e que somente a pintura individualizada poderia satisfazer a reprodução artificial mais próxima possível da íris sã do paciente. A técnica de caracterização descrita utilizava discos de papel tipo cartão "Carmem", na cor preta, por oferecer melhores resultados quanto à diminuição da descoloração e pela maior facilidade de cobertura deste papel pela tinta. A tinta aquarela hidrossolúvel foi indicada pela fácil utilização e coloração estável. O primeiro passo para a reprodução da íris sã do paciente deveria ser a observação detalhada da cor, diâmetro e de seus elementos morfológicos, sob luminosidade natural indireta, e sua anotação em gráfico na ficha clínica. O diâmetro da íris sã poderia ser

mensurado utilizando-se compasso. A pintura finalizada deveria ser coberta por camada de resina acrílica incolor, o que promoveria efeito óptico de lente de aumento sobre a íris artificial. Para contornar esse efeito óptico, o diâmetro da íris deveria ser pintado 1 mm menor do que aquele apresentado pelo paciente. A pintura propriamente dita era iniciada pela deposição de tinta de cor básica da íris sobre o disco de papel, seguida pelos retoques seguintes, até a completa caracterização. Após cada deposição da tinta, a pintura era colocada sobre uma lâmpada, evitando-se a ação direta da luz. Em alguns minutos, a pintura apresentava-se desidratada e deveria receber uma gota de monômero de resina acrílica termicamente ativada para que pudesse ser comparada à íris sã do paciente, simulando estar protegida pela calota de resina acrílica. Para a pintura de traços circulares, foi desenvolvido um instrumento giratório, a partir de motor movido por fonte geradora e um potenciômetro com interruptor para controlar a velocidade. A última estrutura pintada deveria ser a pupila. A pintura finalizada ficaria sobre tela metálica apoiada em um suporte, tendo sob o mesmo uma lâmpada de 40 watts. A desidratação duraria oito horas, de forma intermitente, deixando-se a lâmpada ligada por duas horas e desligada por uma. O autor recomendou que fossem obtidas três pinturas, com pequenas variações, para que o botão de íris mais próximo à íris sã do paciente fosse posicionada sobre a esclera artificial e a prótese ocular fosse finalizada.

Silva (1991) e Silva e Carvalho (1994) testaram quatro tipos de tintas comerciais: aquarela sobre cartolinas coloridas, pigmentos puros em meio polímero/monômero, tintas para modelismo e tintas automotivas com base acrílica. Foram selecionadas seis cores de cada tinta: branco, amarelo, vermelho, marrom, azul e preto, em várias tonalidades e originadas de diversos pigmentos químicos. Dois corpos-de-prova para cada pigmento de cada tinta foram obtidos, sendo um deles armazenado em caixa escura, confeccionada pelos autores, protegido da luz, e o outro submetido ao envelhecimento acelerado por 600 horas, em câmara de radiação ultravioleta “Sistema acelerado de envelhecimento para não-metálicos – Ultravioleta B/ condensação” (ASTMG 53 – American Society for Testing Materials Norma 53, Comexim Matérias Primas Ind. Com. Ltda., SP, Brasil). As avaliações foram realizadas por meio visual, conforme Turner et al. (1984), comparando-se o grupo teste com o grupo controle, a cada período de 200 horas. Concluíram que as tintas avaliadas mantiveram boa estabilidade frente à radiação ultravioleta, exceto as cores azul e marrom para modelismo. A alteração sofrida pela cor marrom, segundo os autores, pode ser devido à mistura de cores primárias para sua obtenção, sendo consequência da alteração do pigmento azul em sua composição. Quanto às demais tintas avaliadas, concluíram que tinta aquarela sobre cartolinas coloridas, pigmentos puros em meio polímero/monômero e tintas automotivas com base acrílica sobre

placas de resina acrílica seriam as tintas mais indicadas para a pintura da íris.

Varella et al. (1992) descreveram a técnica de confecção de prótese ocular para uma menina de oito anos de idade portadora de defeito congênito. A esclera artificial foi obtida com resina acrílica termopolimerizável na proporção de sete partes de incolor para uma parte de branco com porção de pigmento azul para promover certa translucidez. A pintura do botão de íris, considerada a fase mais delicada da confecção da prótese, foi realizada sobre a superfície plana de uma calota em resina acrílica incolor com tintas acrílicas desenvolvidas especialmente para esse fim. O botão, após a secagem da pintura, foi adaptado em nicho realizado na esclera artificial, sendo fixado por meio de resina acrílica incolor ativada quimicamente, associada a pigmentos azul e grafite, preenchendo o espaço deixado ao redor da íris e melhorando esteticamente o contorno.

Sykes (1996) relatou dois casos clínicos de pacientes anoftálmicos unilaterais, que não utilizavam prótese ocular. Os dois pacientes necessitavam de próteses oculares provisórias, que permitissem à cavidade anoftálmica preparar-se para receber a prótese ocular individualizada com o máximo de função e estética. No primeiro caso relatado, uma prótese ocular pré-fabricada foi empregada como moldeira individual, sobre cuja face posterior foi depositada cera e material de moldagem elastomérico. A prótese foi posicionada no interior

da cavidade anoftálmica do paciente para que fosse moldada a musculatura ocular em movimento. Posteriormente, resina acrílica substituiu o molde e a prótese ocular pré-fabricada foi individualizada. No segundo caso, a paciente possuía cavidade anoftálmica extremamente reduzida e apresentando deformação causada por infecção pós-cirúrgica. A prótese confeccionada para essa paciente penetrava na cavidade e projetava-se para a região externa às pálpebras superior e inferior, que apresentavam atresia e rigidez de tecido cicatricial fibrosado. A porção intracavitária funcionaria como retenção para a prótese ocular extracavitária. As duas técnicas visavam manter o espaço cavitário existente e proporcionar melhor qualidade de vida aos pacientes portadores de deformidade facial. O autor concluiu seu trabalho afirmando que o protesista deveria ser flexível em seus tratamentos porque cada paciente apresenta uma necessidade individual e um desafio a ser vencido.

Segundo Rezende (1997), os olhos teriam importância no equilíbrio da estética facial e nas transmissões de estados d'alma. A íris obtida por pintura individual superariam todas as outras. O autor citou que a íris protética poderia ser obtida por meio de íris de estoque ou por pintura. A íris de estoque poderia ser retirada de próteses pré-fabricadas ou adquirida de fabricantes de íris. O método adotado com melhor resultado seria o da pintura individual em discos de cartão negro com

aquarela ou por trás de calotas de resina acrílica incolor com tintas automotivas.

Alfenas et al. (1998) relataram a reabilitação protética de criança de quatro meses de idade, portadora de microftalmia. A cavidade anoftálmica foi moldada com hidrocolóide irreversível e o molde incluído em mufla e substituído por cera. O padrão em cera foi provado na cavidade e, então, a cera foi substituída por resina acrílica termicamente ativada. Depois de polimerizada e polida, a esclera artificial foi instalada para que fosse usada durante uma semana pela paciente. Após esse período, a paciente retornou e a confecção da prótese ocular seguiu as recomendações de Rossa (1982). Os autores concluíram que, embora os bebês não tenham consciência das suas necessidades estéticas, a prótese ocular visa induzir crescimento facial harmônico e diminuir a ansiedade dos pais perante o problema do filho com deformidade facial.

Moroni e Moroni (1999), por meio de pesquisas, desenvolveram uma técnica simplificada para confecção de próteses oculares. Sete etapas foram delineadas para resumir a técnica: pintura da íris, moldagem da cavidade anoftálmica, manipulação da esclera artificial, caracterização da esclera artificial, inclusão, acabamento e cuidados com a prótese. Para a pintura da íris, obtiveram discos de cartolina preta nos diâmetros de 11 a 13 mm. Os autores sugeriram a tinta guache (Talens, Holanda) ou aquarela (Pelikan nº 725/24 ou Transparent Water Colours, Inglaterra; Guittar, Japão). Um dispositivo giratório foi construído para

acondicionar o disco de papel durante a caracterização, composto de motor elétrico controlado por pedal e ligado a roldanas, a fim de facilitar a pintura em círculo sobre o disco de papel em movimento suave. O olho remanescente do paciente deveria ser estudado sob luz natural, enquanto o disco de papel fosse cuidadosamente colorido, da periferia para o centro. Após a finalização da pintura, o disco deveria ser colocado sob a ação do calor de estufa a 60°C, ou do ar quente produzido por secador de cabelos, instalado a 30 cm de distância, pelo período de 30 minutos. Este último processo possibilitaria observar a secagem. Outra técnica descrita pelos autores envolve variados desenhos e pinturas das íris mais solicitadas, reproduzidas por meio de fotografias ou xerox colorido e incluídos em resina acrílica incolor quimicamente ativada, entre duas placas de vidro, mantendo espessura tal que permita sua colocação sobre a esclera. Este método seria mais trabalhoso, mas supriria bem as necessidades do imediatismo da confecção de próteses oculares.

Goiato et al. (1999) desenvolveram um dispositivo de resina acrílica autopolimerizável adaptável em peça de mão, onde um disco de cartolina poderia ser colado para ser pintada a íris artificial. Esse dispositivo permitiria que o disco fosse girado lentamente sob um pincel, controlando-se a velocidade através de pedal, facilitando a pintura. No mesmo trabalho, relataram a reabilitação protética de um bebê de seis meses de idade. Para aumentar a agilidade de confecção da prótese ocular e evitar transtorno ao bebê, optou-se pela utilização de escleras

pré-fabricadas. Várias escleras artificiais foram previamente fabricadas com resina acrílica branca para esclera (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., SP, Brasil), em forma de concha e com espessuras diversas, compatíveis com as reabilitações oculares. A esclera com cor e dimensões mais próximas à cavidade anoftálmica da paciente foi selecionada e ajustada para melhor adaptação. A pintura da íris foi realizada em disco de cartolina preta, com tinta guache holandesa (Talens). A prótese ocular foi instalada em apenas duas sessões clínicas.

D'Almeida (1999) avaliou a ação de envelhecimento acelerado sobre tintas utilizadas na pintura de íris artificiais para prótese ocular. Os corpos-de-prova foram obtidos pela pintura de discos de resina acrílica incolor, com as tintas acrílica hidrossolúvel e automotiva a base de laca acrílica (nitrocelulose), nas cores preta, marrom, azul e branca. Esses discos, após a secagem natural da pintura, foram cobertos por camada de adesivo à base de PVA (polímero vinílico), a fim de impermeabilizar a pintura, sendo posteriormente colados aos discos caracterizados como brancos de esclera através de resina acrílica autopolimerizável em contato direto com a superfície pintada. Os corpos-de-prova foram submetidos à câmara de envelhecimento acelerado Weather-O-Meter (Atlas Eletronic Company, Chicago) com períodos de condensação e exposição à luz ultravioleta, em ciclos que correspondiam à exposição ambiental de três a dez anos. A análise das alterações foi realizada por meio de espectrofotômetro de reflexão. Foi verificado que a

leitura realizada foi compatível com os resultados visualizados após cada período de envelhecimento. As duas tintas utilizadas apresentaram comportamentos semelhantes frente ao envelhecimento acelerado. Quanto aos pigmentos testados, todos apresentaram alteração de cor, em aspectos semelhantes, sendo o azul e o branco menos resistentes aos efeitos de degradação da luz do que o marrom e o preto; os pigmentos preto e marrom utilizados apresentaram excelente estabilidade.

Goiato et al. (2001c) relataram um caso clínico em que a cavidade anoftálmica apresentava-se reduzida em tamanho e a pálpebra superior havia perdido elasticidade. Com o objetivo de ampliá-la, foram utilizadas próteses oculares provisórias expansoras, substituídas a cada três meses. A primeira prótese ocular instalada foi obtida pela seleção de uma esclera pré-fabricada, conforme Goiato et al. (1999), que apresentasse as dimensões e a cor mais próximas da esclera natural. Após a prova da esclera artificial e a centralização da pupila, foi realizado desgaste na porção convexa com broca "maxicut", tendo o centro da pupila como referência, promovendo um platô ligeiramente maior ao diâmetro da íris. A pintura foi realizada na presença do paciente, através da observação da cor e das características próprias da íris sadia, utilizando-se tinta guache hidrossolúvel Gato Preto (Tec Screen, SP, Brasil) sobre disco de cartolina preta. A prótese seguinte foi obtida pelo reembasamento da primeira, por meio de moldagem com cera aquecida e posterior substituição desta por resina acrílica.

Murgo e Neves (2001) relataram que a pintura da íris seria um desafio a ser enfrentado durante a confecção das próteses oculares, passo esse que requereria do profissional sensibilidade artística, treinamento intenso, boa visão, firmeza nas mãos e materiais de boa qualidade. E ainda, que igualar a cor da íris e da esclera artificial à cor do olho remanescente e manter inalteradas as cores aplicadas na prótese seriam metas a serem atingidas pelo especialista. Os autores desenvolveram uma escala de cor de íris, objetivando auxiliar os profissionais da área durante a pintura da íris. Dessa forma, confeccionaram 30 botões de resina acrílica termopolimerizável incolor em mufla especialmente desenhada. Os botões obtidos possuíam a face posterior plana, medindo 12,5 mm de diâmetro, com a face superior convexa. Todos os botões foram colados em hastes, para facilitar a apreensão. Para a pintura dos botões foi utilizada tinta acrílica para tela (Acrilex Tintas Especiais S.A., SP, Brasil), nas cores branco de titânio, azul da Prússia, verde oliva, terra siena natural, marrom Van Dick, Alizarin Crimson, azul cerúleo, terra verde, sombra natural, terra siena queimada e amarelo ocre. As quantidades de tinta foram medidas na porção discóide de um instrumento Lecron (Duflex – SS White, RJ, Brasil). Os trinta botões foram pintados com base na observação da íris de cem indivíduos, sendo confeccionadas três escalas de cor: uma com tonalidades castanhas, uma com tonalidades azuladas e outra com tonalidades esverdeadas. Os autores concluíram seu trabalho afirmando que, embora

as tonalidades de cores desenvolvidas não reproduzissem todas as cores de íris observadas, poderiam facilitar a definição dos tons da íris do paciente, permitindo economia de tempo e de material no momento da seleção da cor.

Goiato et al. (2001a, b; 2002), em trabalhos subseqüentes, descreveram com mais detalhes a técnica de pintura de íris utilizando tinta guache nas cores branca, amarela, vermelha, azul, preta e verde. As tintas eram misturadas entre si para a obtenção das cores desejadas para a reprodução da íris do paciente, sendo aplicadas sobre discos de cartolina preta. Esses discos de papel eram recortados com vazadores, medindo 1 mm a menos do que o diâmetro da íris natural, a fim de compensar a ampliação proporcionada pela resina acrílica incolor posteriormente prensada sobre a pintura. Antes de serem pintados, eram colados sobre dispositivos, conforme Goiato et al. (1999). Após a secagem da pintura, os discos eram descolados dos dispositivos e colados com cola branca sobre platô anteriormente confeccionado na esclera, com centro na posição da pupila. Após caracterização da esclera, utilizando pigmentos de resina acrílica, fios de rayon ou lãs, a esclera artificial e a íris em posição eram readaptadas em mufla para receberem fina camada de resina acrílica incolor termopolimerizável, obtendo-se a prótese ocular finalizada após demuflagem, acabamento e polimento.

D'Almeida (2002), seguindo a mesma metodologia empregada em seu trabalho de 1999, realizou estudo para avaliar a

alteração de cor das tintas a óleo e automotivas a base de laca nitrocelulose e poliéster, nas cores preta, marrom, azul, vermelha e branca. Os corpos-de-prova foram confeccionados em resina acrílica termopolimerizável, sendo que a metade teve o acréscimo de filtro bloqueador de radiação ultravioleta. As três tintas analisadas apresentaram comportamentos estatisticamente diferentes frente ao envelhecimento acelerado. Os cinco tipos de pigmentos avaliados nas tintas sofreram alteração de cor significativa em aspectos semelhantes, sendo que os pigmentos preto e marrom apresentaram melhor estabilidade frente aos efeitos de degradação da luz UVB, do que o vermelho e azul, que foram semelhantes. O pigmento branco foi menos resistente. Os corpos-de-prova com filtro ultravioleta apresentaram melhor estabilidade cromática.

Vilas-Boas Sousa et al. (2003) descreveram o caso clínico de paciente de 74 anos de idade, que necessitava de prótese óculo-palpebral. Segundo os autores, nenhuma parte do corpo revelaria o caráter de uma pessoa em igual proporção, nem expressaria as sensações, emoções e sentimentos do homem, como a face. Para a reabilitação da paciente, foram confeccionadas uma prótese facial em silicone e uma prótese ocular em resina acrílica. A confecção da prótese ocular imitou as características do olho remanescente. O tamanho da prótese correspondeu ao espaço entre o canto interno e externo do olho são. A sua face externa deveria ser totalmente convexa e recoberta de

acrílico transparente, para obter melhor resultado estético. Para a confecção da esclera artificial, esta foi esculpida em cera cor marfim de consistência dura. A íris foi caracterizada previamente, utilizando-se discos de grafite, por estes serem muito resistentes e por reter melhor a pintura, apresentando-se em vários tamanhos. O disco de grafite foi selecionado segundo o tamanho da íris da paciente, que poderia variar entre 11,5 a 12 mm, e o diâmetro da pupila, entre 2,5 e 3 mm. A pintura foi realizada com mistura de monômero e polímero e óleo, aplicada da forma mais suave possível. O disco foi fixado em ponteira, facilitando a pintura de forma radial. As cores mais claras foram aplicadas, pintando do centro para a periferia, aumentando-se as tonalidades, conseguindo-se melhor perspectiva de profundidade. Os autores enfatizaram que a cor de um objeto seria a propriedade que o mesmo tem de absorver determinada quantidade de radiação de luz e emitir outras. Por isso, seria importante utilizar o mesmo tipo de luz da hora de examinar a cor da íris. Seria aconselhável a presença do paciente para melhor reprodução das cores do olho natural. O disco pintado poderia ser colado sobre conformadores de córnea pré-fabricados, o que permitiria comprovar a centralização pupilar em cera no paciente. O padrão em cera da esclera artificial e o botão de íris foram levados à mufla, e a cera foi eliminada, sendo substituída por resina branca pigmentada. A esclera artificial foi, então, pigmentada extrinsecamente pela mistura monômero/polímero e tinta a óleo e por fios de lã ou seda. Terminada a pigmentação externa, a prótese

---

retornou à mufla para receber camada de resina incolor para proteger e dar translucidez à prótese ocular. O polimento foi dado com pasta de pedra-pomes e algodão. A prótese ocular foi inserida em cavidade preparada no padrão em cera da prótese facial, posteriormente confeccionada em silicone pigmentado. Os autores concluíram que a prótese maxilofacial aumentaria a qualidade de vida e contribuiria para a segurança emocional dos pacientes que, assim reabilitados, poderiam integrar-se novamente à sociedade.

Botelho et al. (2003) estudaram os aspectos psicológicos de trinta pacientes portadores de anoftalmia adquirida, usuários de prótese ocular, e os aspectos envolvidos na recuperação e reintegração psicossocial destes pacientes. Os autores avaliaram tais variáveis através de questionário padronizado, concluindo, após a análise dos resultados, que a integração entre os vários elementos da equipe multidisciplinar constituída por cirurgiões, protesistas, psicólogos e o apoio da família seria fundamental durante todo o processo de luto instalado pela perda. A prótese exerceria dupla função, pois de um lado devolveria ao paciente sua auto-imagem e auto-estima, possibilitando sua reintegração psicossocial, enquanto por outro lado, poderia tornar-se um instrumento que afastaria a possibilidade da perda ser vivenciada.

Reitemeier et al. (2004), preocupados em desenvolver técnicas de confecção de próteses faciais menos sensíveis a alterações de materiais de moldagem e visando a redução do estresse causado aos

---

pacientes durante o ato da moldagem, apresentaram um caso clínico em que o defeito facial foi escaneado por meio de leitor óptico (“kolibri-mobile”, IVB, Jena, Alemanha). Os dados obtidos pela leitura óptica serviram para a confecção de um modelo físico tridimensional, sobre o qual foi criado o padrão da prótese óculo-palpebral em termopolímero (ThermoJet 88, 3D Systems). Esse padrão foi provado sobre a face do paciente, sofrendo as correções necessárias em suas dimensões. Após a prova, o termopolímero foi substituído pelo material de escolha do protesista, que influenciou o resultado final pelo seu toque artístico final. Os autores afirmaram que essa técnica, além das vantagens referentes à eliminação da moldagem, possibilitaria a melhor comunicação com o paciente antes da confecção da prótese facial. Além disso, esse método poderia ser usado para confecção de máscara respiratória individual e proteção facial para atletas.

*PROPOSIÇÃO*

---

---

---

---

### *3 PROPOSIÇÃO*

O objetivo deste estudo é avaliar a estabilidade cromática de pigmentos submetidos a envelhecimento acelerado, por meio de espectrofotometria de reflexão, variando-se os fatores:

- a) Tinta (guache hidrossolúvel, acrílica hidrossolúvel, a óleo e automotiva à base de nitrocelulose)
  - b) Cor (azul e marrom)
  - c) Método de secagem da pintura da íris artificial (natural ou por meio de radiação infravermelha)
- 
-

## *MATERIAL E MÉTODO*



## 4 MATERIAL E MÉTODO

### 4.1 Material

#### 4.1.1 Materiais pesquisados

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

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

TIPO	NOME COMERCIAL	FABRICANTE
Guache	Tinta guache Gato Preto	Tec Screen Indústria de Produtos Técnicos para Serigrafia Ltda., SP, Brasil
Acrílica hidrossolúvel	Tinta Acrílica Brilhante	Acrilex Tintas Especiais S.A., SP, Brasil
Automotiva à base de laca nitrocelulose	Lazzulac Laca Nitrocelulose	Lazzuril Divisão Automotiva Sherwin-Williams do Brasil Ind. Com. Ltda., SP, Brasil
A óleo	Schmincke Mussini	H. Schmincke & Company, Alemanha

Para os quatro tipos de tintas foram avaliadas as cores marrom e azul. As tonalidades de cada cor para as diferentes tintas foram selecionadas de forma a obter tons mais próximos entre si, nas diferentes marcas, dentro do que o mercado oferecia (Quadro 2).

Quadro 2 - Demonstrativo dos pigmentos utilizados para cada tinta

Cores	TINTAS			
	Guache hidrossolúvel	Acrílica hidrossolúvel	Automotiva laca nitrocelulose	A óleo
Marrom (nº lote)	Marrom Sépia (BL062701001)	Cerâmica (3214)	Marrom café (82010001109)	Terra de cassel (404701)
Azul (nº lote)	Azul cobalto (CB062801002)	Azul celeste (3218)	Azul 5258 (91010000594)	Azul cobalto (452601)

A tinta guache Gato Preto, segundo o fabricante, é produzida com resina natural, pigmentos orgânicos e conservantes, possuindo cores miscíveis entre si. Pode ser diluída em água e possui secagem rápida. É um produto aplicável em papel, gesso, cerâmica e madeira. Para a sua utilização na confecção dos corpos-de-prova, a tinta guache foi aplicada sobre discos de cartolina negra.

A tinta acrílica hidrossolúvel, segundo o fabricante, é ideal para ser aplicada sobre: madeira, cerâmica, gesso, isopor, cortiça, couro, vidro e plásticos jateados, alumínio, latão e zinco. Apresentada em 20 cores miscíveis entre si, possui acabamento brilhante, não havendo necessidade de aplicação de verniz. Apesar de apresentar excelente cobertura quando utilizada pura, algumas cores mais transparentes necessitam de várias aplicações para apresentar o efeito brilhante adequado. Quando utilizada diluída, pode perder o brilho. Nesse caso, é necessário aplicar mais de uma demão da tinta para obter o resultado ideal. Fazem parte de sua composição, resina acrílica, aditivos e pigmentos. Possui secagem rápida, com cores miscíveis entre si e não é tóxica. Para a sua utilização na confecção dos corpos-de-prova, a tinta acrílica foi aplicada sobre discos de resina acrílica incolor termopolimerizável.

A tinta automotiva laca nitrocelulose, segundo o fabricante, é um produto para uso profissional, indicado para pintura geral, parcial ou retoques automotivos. Possui fácil aplicação, excelente secagem, ótima reprodução de cor, fácil polimento e brilho. Em sua composição há resinas alquídicas, algodão nitrocelulose, pigmentos, solventes e aditivos. Para a sua utilização na confecção dos corpos-de-prova, a tinta automotiva foi aplicada sobre discos de resina acrílica incolor termopolimerizável.

A tinta a óleo, segundo o fabricante, possui pigmentação 100% pura. As resinas que a compõem aumentam a durabilidade das

---

cores e proporcionam brilho. Possui solventes como thinner, aguarrás e terenbitina. Para a sua utilização na confecção dos corpos-de-prova, a tinta a óleo foi aplicada sobre discos de resina acrílica incolor termopolimerizável.

As tintas e os materiais empregados na pintura dos discos de cartolina e discos de resina acrílica incolor estão representados na Figura 1.



FIGURA 1 - Tintas e materiais empregados na pintura dos discos de resina acrílica incolor e discos de cartolina preta

#### 4.1.2 Outros materiais empregados

Para a obtenção dos corpos-de-prova e preparação destes para o processo de envelhecimento acelerado, diversos materiais foram empregados, como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Materiais utilizados para a confecção dos corpos-de-prova e sua preparação para o processo de envelhecimento acelerado

MATERIAL	FABRICANTE
Secante de cobalto (Lote 6306)	Acrilex Tintas Especiais S.A., SP, Brasil
Resina acrílica incolor termopolimerizável por microondas Onda Cryl (Lote 7990.61)	Artigos Odontológicos Clássico Ltda., SP, Brasil
Resina acrílica termopolimerizável nº 1 para prótese ocular (Lote 10234680001)	Artigos Odontológicos Clássico Ltda., SP, Brasil
Gesso pedra tipo III	Gesso-Rio, SP, Brasil
Isolante para gesso Cel-lac	S.S. White, SP, Brasil
Cola branca para papel Cascolar	Alba Química Ind. Com. Ltda., SP, Brasil
Silicone extraduro Zetalabor (Lote 1082)	Zhermack, Itália
Solução diamantada de ¼ micron	Buehler, USA
Lixa d'água nº 280, 320, 600, 1200	Norton, SP, Brasil
Adesivo Araldite hobby	Ciba Especialidades Químicas Ltda., SP, Brasil

### 4.1.3 Aparelhos e dispositivos

Os aparelhos e dispositivos utilizados neste estudo estão representados no Quadro 4 e apresentados nas Figuras 2 a 5.

Quadro 4 - Aparelhos e dispositivos empregados no estudo

APARELHO E DISPOSITIVO	FABRICANTE
Prensa Semi-automática para Embutimento Metalográfico PRE-30S	Arotec, SP, Brasil
Polidora automática lixadeira e politriz universal APL-4	Arotec, SP, Brasil
Mufla para microondas	Dental VIPI, SP, Brasil
Prensa hidráulica	Midas Dental Products Ltda., SP, Brasil
Paquímetro	ME-BA, Zagreb, Iugoslávia
Lâmpada infravermelha para secagem E-27, 250 Watts, 130 Volts	Empalux Ltda., PR, Brasil
Forno microondas Píccolo 1200 watts	Panasonic, SP, Brasil
Sistema acelerado de envelhecimento para não-metálicos – Ultravioleta B/ condensação (ASTMG53)	Comexim Matérias Primas Ind. Com. Ltda., SP, Brasil
Espectrofotômetro Color Eye	MacBeth® Divisão da Kollmorgan, USA



FIGURA 2 - Prensa Semi-automática para Embutimento Metalográfico PRE-30S



FIGURA 3 - Polidora automática lixadeira e politriz universal APL-4



FIGURA 4 - Prensa hidráulica e mufla para microondas



FIGURA 5 - Lâmpada infravermelha para secagem

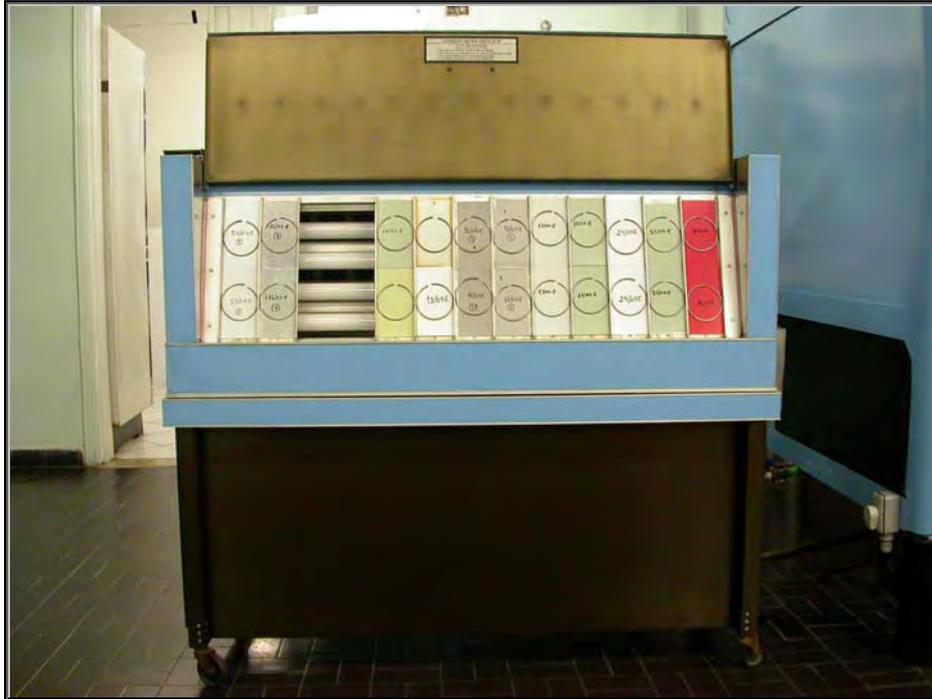


FIGURA 6 - Sistema acelerado de envelhecimento para não-metálicos – Ultravioleta B/condensação (ASTMG53)



FIGURA 7 - Espectrofotômetro Color Eye

## 4.2 Método

### 4.2.1 Obtenção dos discos em resina acrílica

Para análise da alteração cromática de quatro tipos de tinta utilizados para a pintura de íris artificial em prótese ocular, foram confeccionados 80 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 (Figura 8) por meio de Prensa Semi-automática para Embutimento Metalográfico PRE-30 S (Arotec, Cotia, SP, Brasil), (Figura 2).



FIGURA 8 - Moldes acrílicos obtidos através de Prensa para Embutimento Metalográfico

Estes discos receberam acabamento com lixa n<sup>os</sup> 280, 320, 600 e 1200 (Norton, São Paulo, Brasil) e polimento com disco de feltro e solução diamantada de ¼ micron (Buehler, USA), em polidora automática lixadeira e Politriz Universal APL-4 (Arotec, Cotia, SP, Brasil),

(Figura 3), 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 (Dental VIPI, SP, Brasil), utilizando-se gesso pedra tipo III (Gesso-Rio, SP, Brasil) espatulado de acordo com as normas do fabricante, na proporção de 30 ml de água para 100 g de pó. Para obtenção de maior lisura superficial dos corpos-de-prova, os discos foram incluídos em silicone extraduro Zetalabor (Zhermack, Itália), como mostra a Figura 9.



FIGURA 9 - Moldes acrílicos em mufla para microondas

Após a presa do gesso da base da mufla, utilizou-se o isolante para resina acrílica Cel-lac (S.S. White, SP, Brasil), para que não houvesse aderência entre aquele e a mistura de gesso pedra posteriormente vertida na contramufla. Após este procedimento, a contramufla foi ajustada à base e os quatro parafusos foram apertados,

vertendo-se vagarosamente o gesso, sob vibração mecânica, até o preenchimento completo da contramufla. Após a presa final do gesso, a mufla foi aberta e os discos removidos com o auxílio de espátula Lecron, obtendo-se quatro moldes para cada mufla. Repetiu-se o mesmo procedimento com mais 4 muflas para polimerização por energia de microondas, totalizando 20 moldes de gesso.

Foram confeccionados 20 discos com resina acrílica termopolimerizável nº 1 para prótese ocular (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., SP, Brasil) e 60 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, preencheram-se os moldes e em seguida, a mufla foi mantida em prensa hidráulica (Midas Dental Products Ltda., SP, Brasil), (Figura 4), com 1200 KgF, permanecendo em repouso por aproximadamente 2 horas, sendo posteriormente polimerizada por energia de microondas. Após o resfriamento natural da mufla, esta foi aberta e os discos removidos. Cada molde foi utilizado para obtenção de 4 discos.

Os discos receberam acabamento com lixa n<sup>os</sup> 280, 320, 400, 600 e 1200 e polimento com disco de feltro e solução diamantada de ¼ de micron (Arotec, SP, Brasil), em polidora automática Politriz APL-4 (Arotec, SP, 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 (Figura 10), 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.



FIGURA 10 – Prótese ocular individualizada

#### 4.2.2 Pintura dos discos de resina acrílica

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., SP, Brasil), sobre uma das superfícies dos discos de resina incolor, para as tintas 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., SP, 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 40 discos, 5 para cada cor (azul ou marrom) 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 40 discos, 5 para cada cor (azul ou marrom) 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 infravermelha (VARELA; CAVALCANTE, 1964/1965; MACEDO, 1982). Para isso, foi posicionada uma lâmpada infravermelha E-27, de 250 Watts e 130 Volts (Empalux Ltda., PR, Brasil), (Figura 5), para secagem de tintas, a 30 cm dos discos durante 2 horas. Para a secagem da tinta guache com luz IV, 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 5 discos de cada cor, para os diferentes meios de secagem, para cada uma das tintas, totalizando 80 discos.

Para acelerar a secagem da tinta a óleo, foi adicionada quantidade de Secante de Cobalto (Acrilex Tintas Especiais S.A., SP, Brasil) correspondente a 30% em peso da quantidade de tinta a óleo dispensada. Segundo o fabricante, este produto acelera a secagem da tinta a óleo, não modificando o seu comportamento sobre qualquer superfície, se adicionado em pequena quantidade à tinta antes da aplicação. Na composição do Secante de Cobalto são encontrados octoato de cobalto e solventes alifáticos.

#### **4.2.3 Obtenção dos corpos-de-prova**

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. Para a obtenção dos espécimes, foram confeccionados discos de resina acrílica com 3 mm de espessura e 30 mm de diâmetro, através de Prensa Semi-automática para Embutimento Metalográfico PRE-30 S (Arotec, SP, Brasil). Estes discos foram utilizados para a obtenção de moldes em muflas para microondas (Dental VIPI, SP, Brasil).

Subseqüente à pintura e secagem dos discos, estes foram posicionados no interior dos novos moldes, previamente isolados

---

com isolante para resina Cel-lac (SS White, SP, Brasil), procedendo-se à prensagem da resina termopolimerizável incolor Onda Ceryl (Artigos Odontológicos Clássico S.A., SP, Brasil) sobre os discos brancos pintados com tinta guache sobre cartolina (MURPHEY et al., 1945; OLIVEIRA, 1982; MORONI; MORONI, 1999; GOIATO et al., 1999; 2001 a, b, c; 2002), e à prensagem da resina branco esclera nº 1 (A. O. Clássico S.A., SP, Brasil) sobre os discos incolores, pintados com as tintas acrílica (BARTLETT; MOORE, 1973; VARELLA et al., 1992; D'ALMEIDA, 1999; MURGO; NEVES, 2001), automotiva (MURPHEY; SCHLOSSBERG, 1944; PANATT, 1946; SILVA, 1991; SILVA; CARVALHO, 1994; D'ALMEIDA, 1999; 2002) e a óleo (DIETZ, 1945; PANATT, 1946; STEWART, 1947; PICKES, 1948; BENSON, 1977; MACEDO, 1982; D'ALMEIDA, 2002). As resinas foram proporcionadas, manipuladas e prensadas no interior dos moldes sob força de 1200 kgF, em prensa hidráulica (Midas Dental Products Ltda., SP, Brasil), permanecendo em bancada por 2 horas antes da polimerização. A polimerização procedeu-se de acordo com as instruções do fabricante, em forno microondas de 1200 Watts de potência (Panasonic, SP, Brasil), por 10 minutos, divididos em três tempos, estipulada nos 3 minutos iniciais a potência de 30%, nos 4 minutos seguintes não havia qualquer potência e nos últimos 3 minutos, a potência atingia 60% dos 1200 Watts.

Após a polimerização, as muflas foram deixadas em temperatura ambiente para resfriamento natural, seguindo-se à

demuflagem dos corpos-de-prova. Todos os corpos-de-prova sofreram acabamento com pedras montadas em peça de mão e lixas n<sup>os</sup> 280, 320, 600 e 1200 (Norton, SP, Brasil) e polimento com disco de feltro e solução diamantada de ¼ micron (Buehler, USA), em polidora automática lixadeira e politriz universal APL-4 (Arotec, SP, 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).

Foram confeccionados 5 corpos-de-prova para cada cor, tinta e método de secagem a serem avaliados (Figura 11).

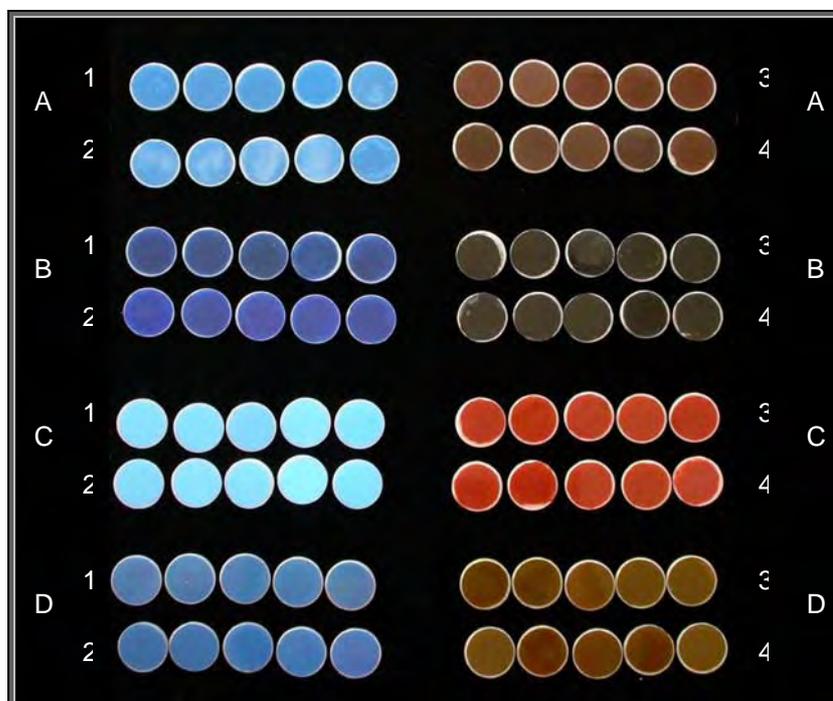


FIGURA 11 - Corpos-de-prova finalizados (A1 – automotiva azul natural, A2 – automotiva azul infravermelha, A3 – automotiva marrom natural, A4 – automotiva marrom infravermelha, B1 – a óleo azul natural, B2 – a óleo azul infravermelha, B3 – a óleo marrom natural, B4 – a óleo marrom infravermelha, C1 – acrílica azul natural, C2 – acrílica azul infravermelha, C3 – acrílica marrom natural, C4 – acrílica marrom infravermelha, D1 – guache azul natural, D2 – guache azul infravermelha, D3 – guache marrom natural, D4 – guache marrom infravermelha)

#### 4.2.4 Processo de envelhecimento das amostras

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., SP, Brasil), (Figura 6), foram realizados no Laboratório de Testes Especiais da Indústria TEKNO S.A. (Guaratinguetá, SP, Brasil), conforme Silva (1991) e Silva e Carvalho (1994). 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., SP, Brasil), sobre placas metálicas de 65 x 233 mm. Os cinco corpos-de-prova de cada cor, de cada tinta, para cada método de secagem foram dispostos sobre uma placa metálica (Figura 12).

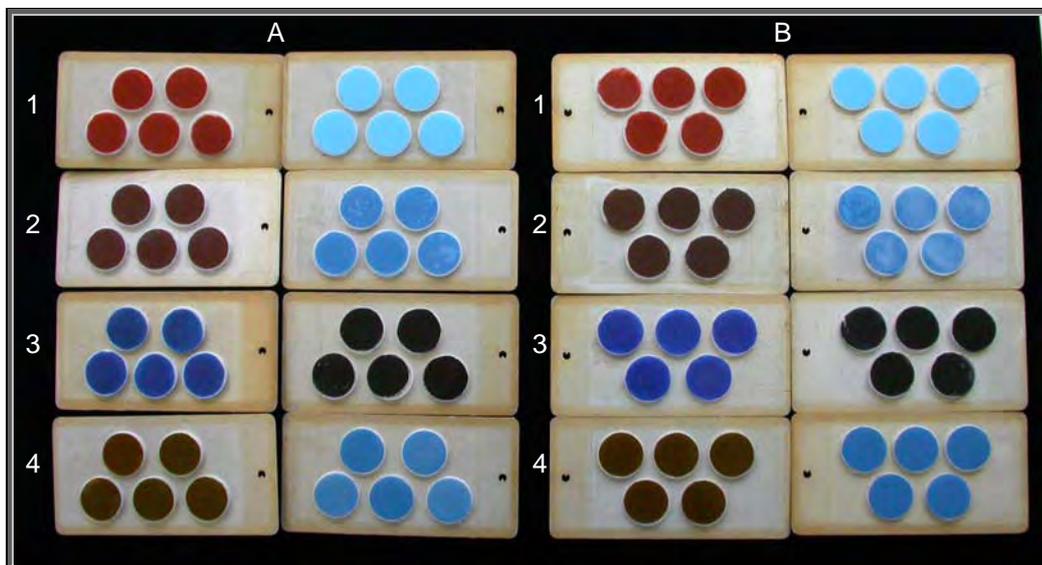


FIGURA 12 - Corpos-de-prova colados sobre placas metálicas (A – corpos-de-prova submetidos à secagem natural, B- corpos-de-prova submetidos à secagem por luz infravermelha, 1 – tinta acrílica marrom e azul, 2 – tinta automotiva marrom e azul, 3 – tinta a óleo azul e marrom, 4 – tinta guache marrom e azul)

Cada placa metálica foi identificada pelo nome da tinta utilizada (automotiva, óleo, guache e acrílica), seguido pela letra inicial do

meio de secagem (“N” para secagem natural e “IV” para secagem com luz infravermelha) e pela inicial da cor (“A” para azul e “M” para marrom).

Após as medições iniciais de cor, os corpos-de-prova foram posicionados na câmara de envelhecimento acelerado, onde foram submetidos a períodos alternados de luz ultravioleta e condensação de água destilada saturada de oxigênio, sob condições de calor e umidade de 100%. A câmara de envelhecimento UVB possui oito lâmpadas fluorescentes ultravioleta, uma panela com água aquecida, duas prateleiras para amostras de testes e condições para controlar e indicar os tempos e temperaturas de operação. As lâmpadas são ultravioleta B com pico de emissão de 313 nm, sendo montadas em dois bancos de quatro lâmpadas cada, paralelas num plano com distância de 70 mm dos centros. As placas metálicas foram montadas em uma prateleira estacionária com o plano da superfície de teste paralelo ao plano das lâmpadas, voltado para estas, guardando distância de 50 mm da superfície da lâmpada mais próxima. O vapor d’água é gerado pelo aquecimento de uma panela com água, que se estende por toda a área da amostra, com profundidade mínima de água de 25 mm. A prateleira das amostras e as placas metálicas constituem as próprias paredes da câmara. Os versos das amostras ficam expostos aos efeitos do ar do ambiente. O calor de transferência resultante propicia à água uma condensação sobre a superfície dos corpos-de-prova a serem testados. Ao longo da parte inferior da câmara de teste há formação de ventos,

permitindo que ocorra troca de ar ambiente e do vapor d'água para evitar o esgotamento do oxigênio do condensador.

As posições das placas metálicas dentro da câmara de teste sofrem rotação manual horizontal uma vez por dia do extremo esquerdo e do extremo direito para o centro; e rotação manual vertical, de modo que cada uma tenha a mesma quantidade de tempo de exposição em cada posição vertical no prendedor de amostras.

Cada ciclo de envelhecimento foi realizado por doze horas. Nas primeiras oito horas, incidia luz ultravioleta à temperatura de  $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Nas quatro horas seguintes, ocorria um período de condensação sem luz, com temperatura de  $45 \pm 3^{\circ}\text{C}$ . Foram realizadas 1008 horas, simulando a deterioração causada tanto pela água da chuva como do orvalho e a energia do ultravioleta da luz do sol (tanto energia solar direta quanto indireta).

Após cada período de envelhecimento, os corpos-de-prova eram removidos, as superfícies suavizadas com tiras de lixa nº 1200, polidas com branco de Espanha em torno elétrico e submetidos à leitura em espectrofotômetro de reflexão, sendo posteriormente recolocados na câmara para novo período de envelhecimento.

#### **4.2.5 Processo de avaliação das amostras**

Os corpos-de-prova foram avaliados inicialmente e após períodos correspondentes 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), (Figura 7), conforme método utilizado por Turner et al. (1984) e D’Almeida (1999; 2002), com as alterações de cor calculadas através do Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , estabelecido pela *Commission Internationale de l’Eclairage – CIE* (Comissão Internacional sobre Iluminação).

O CIELab permite a especificação de percepções de cores em termos de espaço tridimensional (Figura 13), comparando-se a cor da superfície dos corpos-de-prova com a cor dos do grupo controle correspondente, através do comprimento de onda versus reflexão. A axial “L” é conhecida como luminosidade e se estende de 0 (preto) a 100 (branco perfeito). A coordenada “a” representa a quantidade de vermelho (valores positivos) e de verde (valores negativos), enquanto a coordenada “b” representa a quantidade de amarelo (valores positivos) e de azul (valores negativos). As coordenadas “a” e “b” coexistem no mesmo plano dentro deste espaço tridimensional.

O sistema CIELab calcula a distância de cor entre dois pontos através da fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}.$$

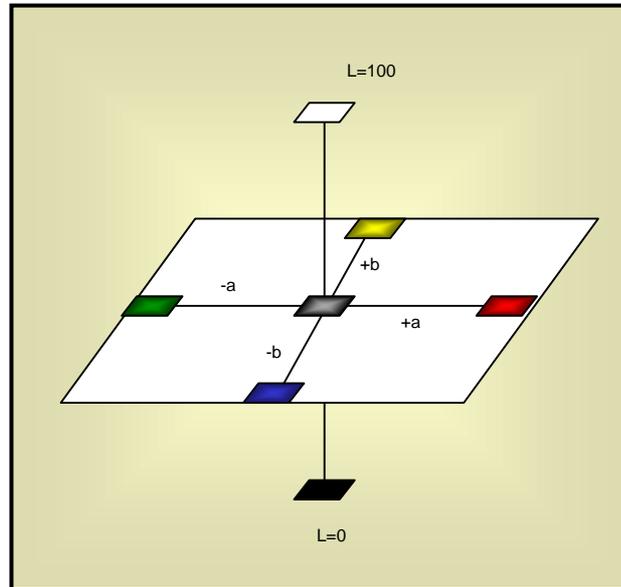


FIGURA 13 - Desenho esquemático representativo do Sistema CIE L\*a\*b\*

O espectrofotômetro possui uma fonte de emissão cerâmica, de onde partem feixes de luz em direção à amostra. Quando o feixe de luz atinge a superfície da amostra, parte deste feixe é absorvida e parte é refletida. A quantidade de luz refletida é captada por uma fotocélula, que traduz o seu comprimento de onda em sinais elétricos captados por sistema computacional (ProPalette Optiview Gold Color Quality Control System v. 3.1 – Kollmorgan Corporation). O equipamento realiza cinco leituras de cada superfície, apresentando uma média das leituras da área avaliada. Para padronizar a área de leitura, evitando

possíveis variações, demarcou-se sobre a parte posterior da placa metálica a circunferência do apoio da amostra com grafite (Figura 14).



FIGURA 14 - Leitura dos corpos-de-prova

Os dados obtidos após cada período de envelhecimento foram registrados em ficha específica para cada tinta, cor, meio de secagem e corpo-de-prova. Os valores de  $\Delta E$  foram submetidos à análise estatística pelo teste de Tukey em nível de 5%.

*RESULTADO*



## 5 RESULTADO

Para a realização dos cálculos de variação de cor em cada corpo-de-prova e obtenção das médias de variação para cada cor, utilizou-se o programa de computação Microsoft Excel (Microsoft Windows XP Professional).

Os valores iniciais da axial “L”, correspondendo a valores de 0 (preto) a 100 (branco perfeito), da coordenada “a”, representando a quantidade de vermelho (valores positivos) e de verde (valores negativos); e da coordenada “b”, representando a quantidade de amarelo (valores positivos) e de azul (valores negativos), bem como os valores resultantes do efeito do envelhecimento, obtidos através da leitura do espectrofotômetro e representados pelos valores de  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  e  $\Delta E$  para cada corpo-de-prova, em cada cor (marrom e azul) e cada método de secagem (natural e por luz infravermelha) para as tintas acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose, guache hidrossolúvel e a óleo estão distribuídos nas Tabelas 7 a 12 e apresentados nos Anexos.

Os valores iniciais da axial “L” e das coordenadas “a” e “b” foram analisados estatisticamente por meio de sua inserção na fórmula de  $\Delta E$ , nos diferentes períodos de envelhecimento analisados. A derivada de variação de cor inicial ( $\Delta E$  inicial) corresponderia, portanto, a zero,

---

considerando a aplicação da fórmula da derivada de cor ( $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ ). Dessa forma, a derivada ( $\Delta E$ ) inicial não foi analisada estatisticamente quanto à alteração de cor.

Os valores médios de Lab iniciais e após cada ciclo de envelhecimento obtidos pela leitura do espectrofotômetro e o valor médio de  $\Delta E$  obtido para as cores (marrom e azul) das tintas acrílica hidrossolúvel, automotiva à base de nitrocelulose, guache hidrossolúvel e a óleo, e os dois métodos de secagem (natural e por luz infravermelha) foram representados nas Tabelas 13 a 16, apresentados nos Anexos.

A análise estatística foi realizada para a verificação das diferenças estatisticamente significantes da estabilidade cromática entre os quatro diferentes tipos de tintas, entre as duas cores, nos dois métodos de secagem, entre os períodos de envelhecimento acelerado e se existiu interação entre esses fatores. O teste de Tukey com significância de 5% foi aplicado. Os dados foram representados nas Tabelas 1 a 6 e nos Gráficos 1 a 6.

---

Tabela 1 - Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova para cada tinta e método de secagem, para a cor marrom

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
A óleo	Infravermelha	0,583 A,a	0,423 B,a	0,473 C,a
	Natural	0,562 A,a	0,596 B,a	0,786 C,a
Acrílica	Infravermelha	0,493 A,a	0,533 B,a	0,657 C,a
	Natural	0,505 A,a	0,533 B,a	0,881 C,a
Automotiva	Infravermelha	0,480 A,a	0,539 B,a	0,575 C,a
	Natural	0,183 A,a	0,458 B,a	0,535 C,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

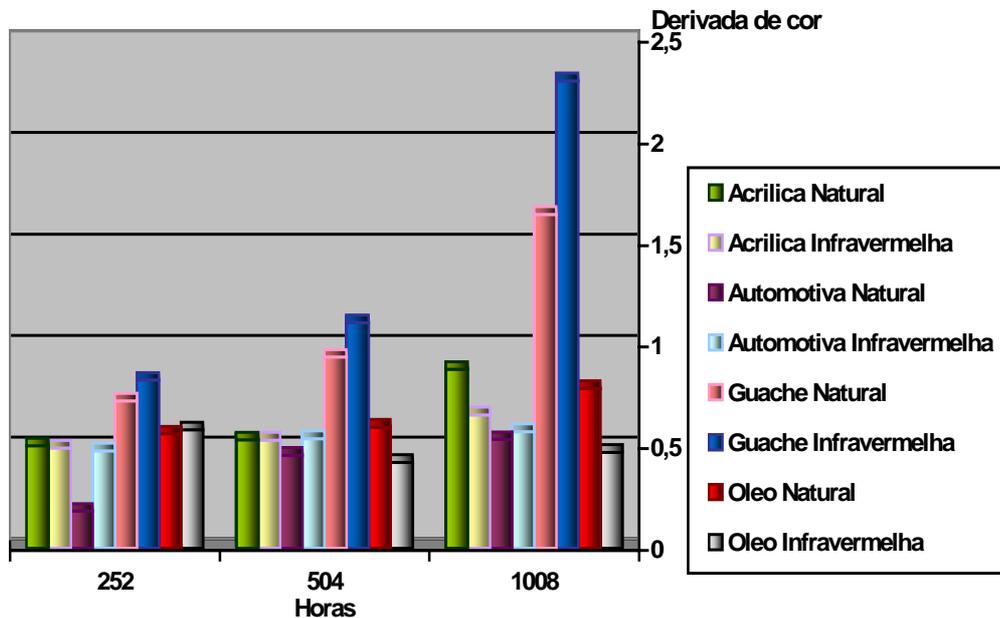


GRÁFICO 1 - Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados na cor marrom para os métodos de secagem natural e infravermelha, variando a tinta utilizada

Todas as tintas avaliadas apresentaram estabilidade cromática no período de envelhecimento de 252 horas, quando comparadas entre si, independente do método de secagem. A tinta guache hidrossolúvel apresentou diferença estatisticamente significativa quando comparada às demais tintas, quanto à cor marrom, independente do método de secagem utilizado, a partir de 504 horas de envelhecimento acelerado. Com 1008 horas, mostrou diferença estatisticamente significativa quanto à alteração cromática apresentada nos dois primeiros períodos de envelhecimento (Tabela 1 e Gráfico 1).

Tabela 2 - Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova para cada tinta e método de secagem, para a cor azul

Tinta	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
A óleo	Infravermelha	0,842 A,a	0,524 A,a	1,912 A,b
	Natural	2,164 B,a	1,601 B,ab	1,374 B,b
Guache	Infravermelha	1,747 A,a	3,057 C,b	4,016 D,c
	Natural	1,275 A,a	2,224 B,b	2,961 C,c
Automotiva	Infravermelha	2,965 C,a	4,198 D,b	5,068 E,c
	Natural	2,252 B,a	4,114 D,b	5,601 F,c
Acrílica	Infravermelha	3,794 D,a	6,566 E,b	8,403 G,c
	Natural	4,020 D,a	7,038 E,b	9,366 H,c

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

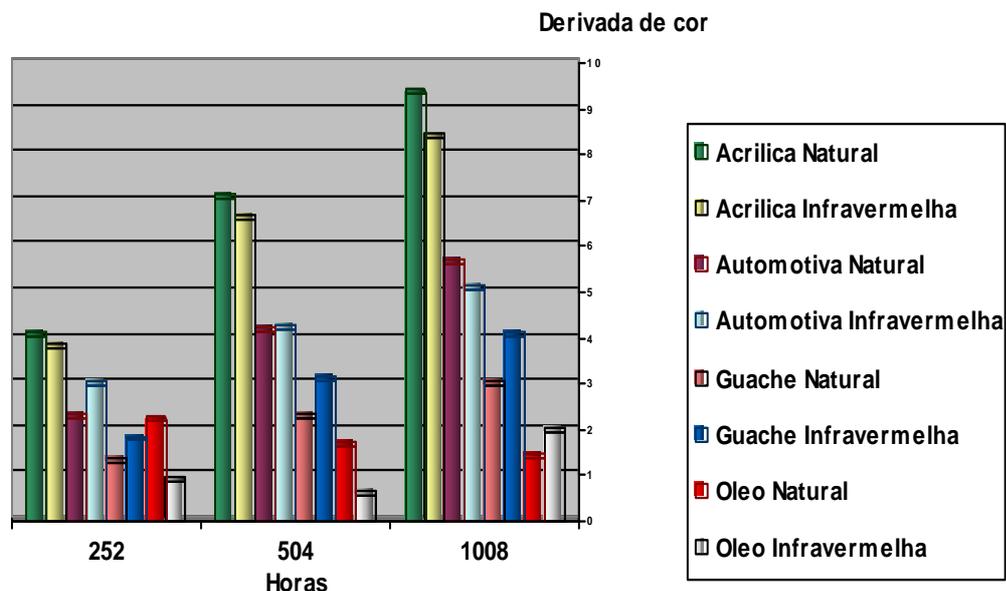


GRÁFICO 2 - Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados na cor azul para os métodos de secagem natural e infravermelha, variando a tinta utilizada

Quanto à cor azul, todas as quatro tintas avaliadas apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparadas entre si, em todos os períodos de envelhecimento acelerado. Todas as tintas apresentaram diferença significativa estatisticamente quanto ao método de secagem da pintura, em determinados períodos de envelhecimento. Todas as tintas mostraram diferença estatisticamente significativa quanto à alteração cromática quando comparados os períodos de envelhecimento, com exceção da tinta guache hidrossolúvel no período de 252 horas, da tinta acrílica nos períodos de 252 e 504 horas, e da tinta automotiva no período de 504 horas (Tabela 2 e Gráfico 2).

Tabela 3 - Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta guache, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem

Cor	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
Marrom	Natural	0,726 A,a	0,940 A,a	1,644 A,b
	Infravermelha	0,827 A,a	1,609 A,a	2,301 B,b
Azul	Natural	1,275 B,a	2,224 B,b	2,961 C,c
	Infravermelha	1,744 B,a	3,057 C,b	4,016 D,c

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

Derivada de cor

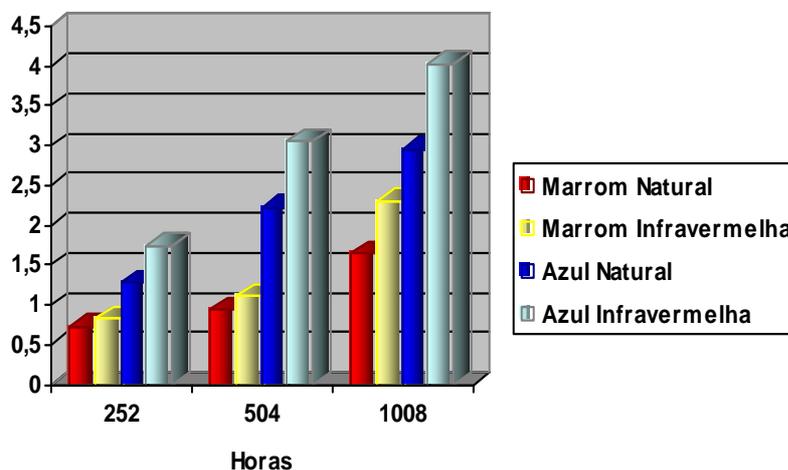


GRÁFICO 3 - Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta guache hidrossolúvel nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha

As cores marrom e azul da tinta guache hidrossolúvel apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparadas entre si, em todos os períodos de envelhecimento acelerado. A tinta azul sofreu influência do método de secagem a partir de 504 horas de envelhecimento acelerado e a tinta marrom, a partir de 1008 horas. A cor azul demonstrou, em valores médios das derivadas, menor estabilidade do que a cor marrom, significante estatisticamente (Tabela 3 e Gráfico 3).

Tabela 4 - Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta acrílica hidrossolúvel, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem

Cor	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
Marrom	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
Azul	Infravermelha	3,794 B,a	6,566 B,b	8,403 B,c
	Natural	4,020 B,a	7,038 B,b	9,366 C,c

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

Derivada de cor

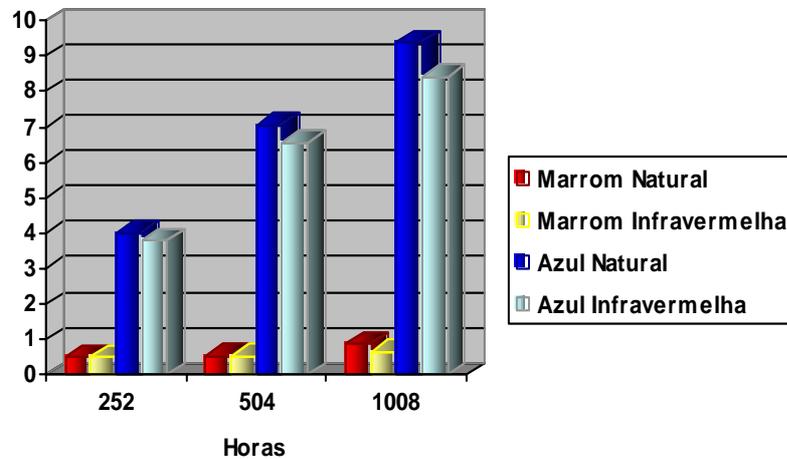


GRÁFICO 4 - Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta acrílica hidrossolúvel nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha

As cores marrom e azul da tinta acrílica hidrossolúvel apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparadas entre si, em todos os períodos de envelhecimento acelerado. A cor azul demonstrou menor estabilidade do que a cor marrom, sofrendo influência do método de secagem no período de 1008 horas de envelhecimento acelerado e demonstrando significância estatística entre os períodos de envelhecimento. (Tabela 4 e Gráfico 4)

Tabela 5 - Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta automotiva à base de nitrocelulose, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem

Cor	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
Marrom	Natural	0,183 A,a	0,458 A,a	0,535 A,a
	Infravermelha	0,480 A,a	0,539 A,a	0,575 A,a
Azul	Natural	2,252 B,a	4,114 B,b	5,601 B,c
	Infravermelha	2,965 C,a	4,198 B,b	5,068 C,c

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

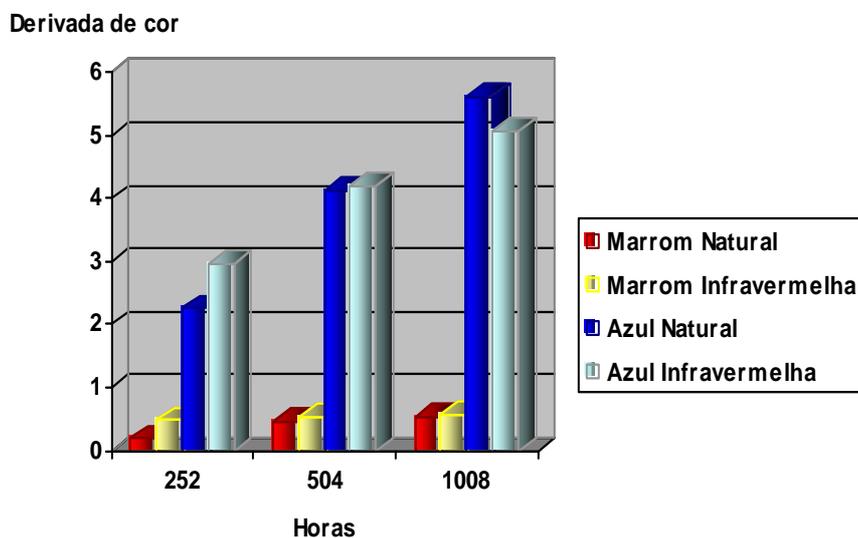


GRÁFICO 5 - Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta automotiva à base de nitrocelulose nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha

As cores marrom e azul da tinta automotiva à base de nitrocelulose apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparadas entre si, em todos os períodos de envelhecimento acelerado. A cor azul apresentou menor estabilidade do que a cor marrom, sofrendo influência do método de secagem nos períodos de 252 a 1008 horas de envelhecimento acelerado e demonstrando significância estatística entre os períodos de envelhecimento (Tabela 5 e Gráfico 5).

Tabela 6 - Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova da tinta a óleo, segundo tempo de envelhecimento acelerado, cor e método de secagem

Cor	Secagem	Horas de envelhecimento		
		252	504	1008
Marrom	Natural	0,562 A,a	0,596 A,a	0,786 A,a
	Infravermelha	0,583 A,a	0,423 A,a	0,473 A,a
Azul	Natural	2,164 B,a	1,601 B,ab	1,374 B,b
	Infravermelha	0,842 C,a	0,524 C,a	1,912 C,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

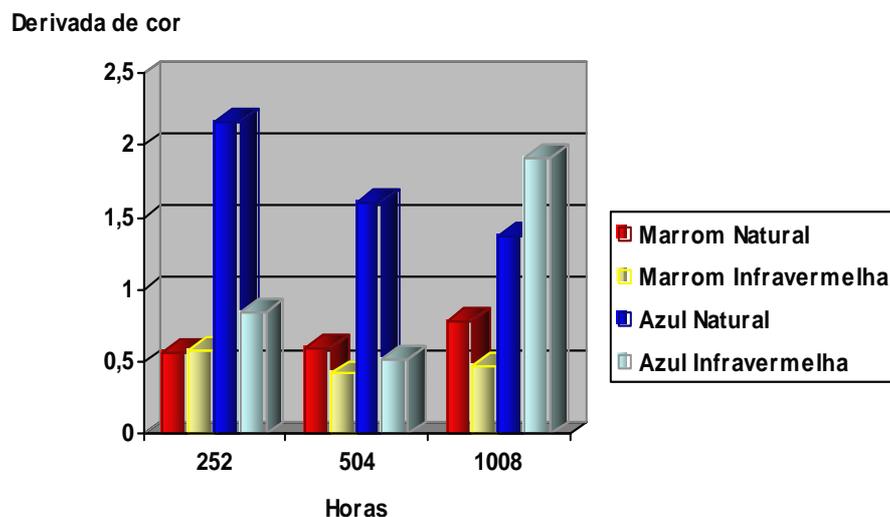


GRÁFICO 6 - Média da variação de cor exibida pelos corpos-de-prova confeccionados com tinta a óleo nas cores marrom e azul, para a secagem natural e infravermelha

As cores marrom e azul da tinta a óleo apresentaram diferença estatisticamente significante quando comparadas entre si, em todos os períodos de envelhecimento acelerado. A cor azul demonstrou menor estabilidade do que a cor marrom, sofrendo influência do método de secagem em todos os períodos de envelhecimento acelerado e demonstrando significância estatística entre os períodos de envelhecimento. (Tabela 6 e Gráfico 6)

Não houve alteração de cor visível no período de 1008 horas quanto à secagem, com exceção da cor azul dos corpos-de-prova pigmentados com a tinta automotiva (Figura 15). Entre os períodos inicial e final de envelhecimento, não consideramos nítida a alteração de cor clinicamente visível nas tintas avaliadas (Figura 16).

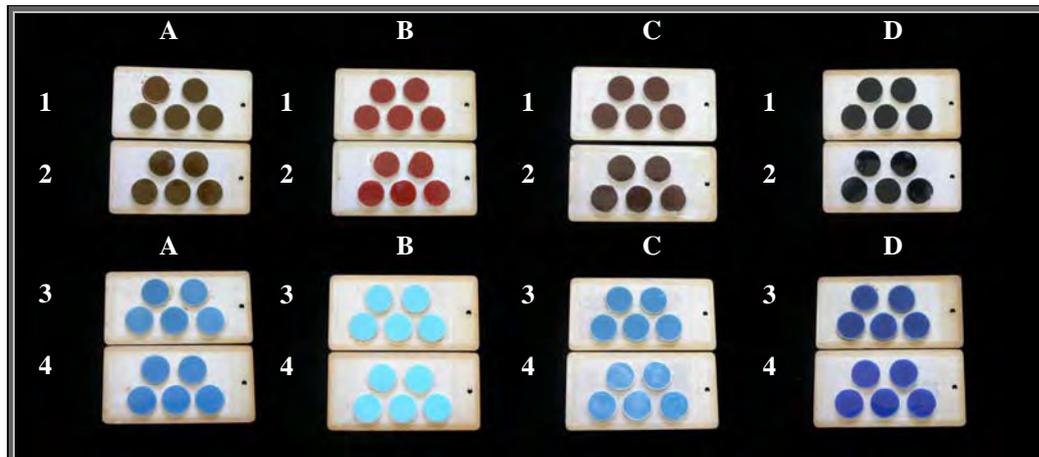


FIGURA 15 - Aspecto final dos corpos-de-prova após 1008 horas de envelhecimento acelerado (A1 – guache marrom natural, A2 – guache marrom infravermelha, A3 – guache azul natural, A4 – guache azul infravermelha, B1 – acrílica marrom natural, B2 – acrílica marrom infravermelha, B3 – acrílica azul natural, B4 – acrílica azul infravermelha, C1 – automotiva marrom natural, C2 – automotiva marrom infravermelha, C3 – automotiva azul natural, C4 – automotiva azul infravermelha, D1 – a óleo marrom natural, D2 – a óleo marrom infravermelha, D3 – a óleo azul natural, D4 – a óleo azul infravermelha)

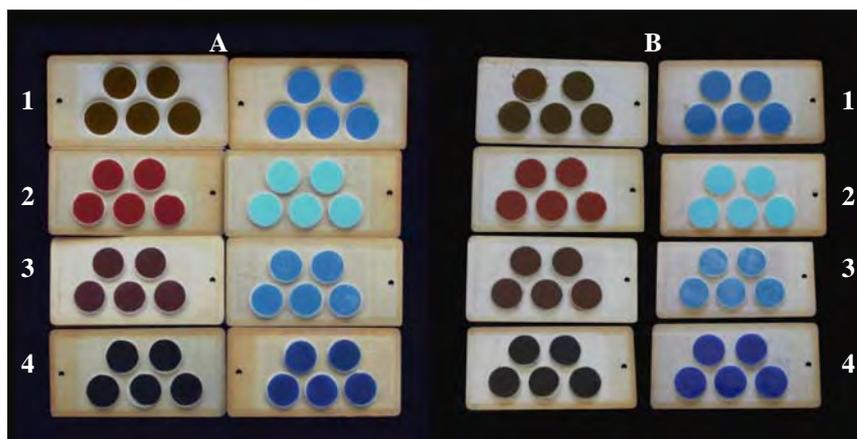


FIGURA 16 – Aspecto inicial e final dos corpos-de-prova (A – Corpos-de-prova antes do processo de envelhecimento acelerado, B – Corpos-de-prova após 1008 horas de envelhecimento acelerado, 1 – tinta guache marrom e azul, 2 – tinta acrílica marrom e azul, 3 – tinta automotiva marrom e azul, 4 – tinta a óleo marrom e azul)

## *DISCUSSÃO*



## 6 DISCUSSÃO

Diversas técnicas para a confecção de próteses bucomaxilofaciais têm sido desenvolvidas, com o propósito de oferecer-lhes melhor dissimulação e maior durabilidade. A esfera psicológica do paciente mutilado passou a ser motivo de pesquisa, e a reabilitação protética tem sido considerada tratamento auxiliar para sua recuperação física e mental (BOTELHO et al., 2003).

Quanto à prótese ocular, a pintura da íris protética é o passo mais delicado e requer método e disciplina rigorosos para que o resultado seja satisfatório, como referido por Meissner (1960b). Vários autores sugeriram as mais variadas técnicas de obtenção da íris protética, como a utilização de reprodução impressa ou fotográfica da íris natural do paciente (TRAVERS, 1935), utilização de íris ou próteses pré-fabricadas (WARDMAN, 1944; ERPF et al., 1946; WELDEN; NIIRANEN, 1956; CARVALHO, 1977; SYKES, 1996), mistura de monômero/polímero (GRASSLE, 1946; NIIRANEN, 1947; VILAS-BOAS SOUSA et al., 2003), pigmentos puros (BRANDT, 1946; ERPF, 1953; MEISSNER, 1957c; 1959a), pigmentos acrílicos (COUILLARD; SCHAAF, 1976), ou resina pigmentada intrinsecamente com a cor predominante da íris (TURRELL, 1949; COSTA, 1953/1954).

No presente estudo, todas as tintas sofreram variação de cor, significativa estatisticamente, sendo que a tinta guache hidrossolúvel, na cor marrom, e a tinta acrílica hidrossolúvel, na cor azul, foram aquelas que apresentaram menor estabilidade cromática (Tabelas 1 e 2, Gráficos 1 e 2). A tinta automotiva, na cor marrom, e a tinta a óleo, na cor azul, foram as mais estáveis frente à radiação UV (Tabelas 1 e 2, Gráficos 1 e 2). A variação de cor não foi percebida claramente por meio visual, mas detectada por espectrofotometria. 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. O grau de instabilidade dessas ligações promoveria maior ou menor variação cromática em determinado tempo. Além disso, as substâncias que compõem as tintas avaliadas poderiam liberar resíduos ou permitir a evaporação de solventes orgânicos voláteis durante o processo de secagem, que, posteriormente, reagiriam com a resina acrílica depositada sobre a pintura.

A tinta acrílica, na cor azul, também foi avaliada por D'Almeida (1999) e, apesar de possuir resistência à luz, o autor concluiu que esse pigmento apresenta baixo poder de cobertura, fato que ocasionaria alteração significativa naquela cor, percebida visual e numericamente pela análise espectrofotométrica. Após o período de exposição à radiação, os corpos-de-prova pigmentados com a cor azul sofreram escurecimento, com aumento do verde e diminuição do azul, segundo leitura tridimensional dos eixos Lab, pelo espectrofotômetro de reflexão (Anexos – Tabela 13). A cor marrom da tinta acrílica hidrossolúvel apresentou boa estabilidade cromática. Com o envelhecimento acelerado, o pigmento marrom adquiriu aumento de branco, com leve diminuição de vermelho e amarelo, conforme leitura do espectrofotômetro de reflexão (Anexos - Tabela 13). Embora não haja significância estatística, o método de secagem por luz infravermelha promoveu menor variação média de cor, em termos numéricos (Tabela 4, Gráfico 4).

A tinta automotiva apresentou ótima estabilidade frente ao envelhecimento acelerado, quando na cor marrom, o que não ocorreu na cor azul, concordando com os resultados obtidos por D'Almeida (2002). Os corpos-de-prova pigmentados com a cor marrom adquiriram maior quantidade de branco, de vermelho e de amarelo, enquanto os corpos-de-prova na cor azul sofreram, segundo leitura dos eixos Lab pelo espectrofotômetro, escurecimento, com diminuição do verde e do amarelo

(Anexos – Tabela 14). Apesar de a tinta automotiva ser indicada para pintura parcial ou total de automóveis, demonstrando possuir alta resistência às intempéries, o pigmento azul pode ter sofrido grande alteração cromática pela instabilidade química induzida pela interação com a resina acrílica termopolimerizável por energia de microondas ou mesmo pela ação das ondas eletromagnéticas geradas durante a polimerização. O método de secagem utilizado determinou menor variação média de cor para os corpos-de-prova submetidos à secagem natural, com exceção daqueles pigmentados com a cor azul, avaliados no período de 1008 horas. Notou-se que o pigmento azul apresentou resposta diferenciada, estatisticamente significativa, ao envelhecimento acelerado em função do método de secagem, nos períodos de 252 e 1008 horas (Tabela 5, Gráfico 5). No período de 504 horas, o pigmento azul da tinta automotiva parece ter encontrado um ponto de coincidência na curva de variação cromática formada ao longo do envelhecimento, independente do método de secagem empregado.

Silva (1991) e Silva e Carvalho (1994) pesquisaram alguns pigmentos utilizados para confecção de próteses oculares e afirmaram que as tintas automotivas com base acrílica seriam as tintas mais indicadas para a pintura da íris por demonstrarem maior estabilidade cromática frente ao envelhecimento acelerado de 600 horas em câmara de radiação ultravioleta, quando avaliadas por método visual. D'Almeida (1999) 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 frente ao envelhecimento acelerado, sendo os pigmentos marrom e preto aqueles que apresentaram excelente estabilidade, concordando com os nossos resultados após análise estatística.

A tinta guache hidrossolúvel, na cor marrom, apresentou aumento de branco, leve diminuição do vermelho e diminuição do amarelo ao final do envelhecimento acelerado, conforme leitura dos eixos Lab (Anexos - Tabela 15). Quanto à cor azul, os corpos-de-prova sofreram escurecimento, com diminuição do azul e do verde para a secagem natural e diminuição do azul e aumento do verde para a secagem infravermelha, decorridas 1008 horas de envelhecimento acelerado, conforme leitura pelo espectrofotômetro de reflexão (Anexos – Tabela 15). 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 3, Gráfico 3). Na literatura pesquisada não foram encontradas citações quanto ao comportamento da tinta guache hidrossolúvel frente à 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

---

permitted the direct action of ultraviolet rays, while those with oily vehicles impeded that the radiation acted with the same intensity, in equal conditions of incidence of light.

The oil paint presented in this work a quite unusual behavior. The brown paint, when submitted to natural drying, increased gradually in numerical terms of color variation, while that submitted to infrared drying presented numerical reduction after 504 hours of accelerated aging, returning to increase at 1008 hours, however, without reaching the average value obtained in 252 hours (Table 1, Graph 1). The blue paint, when submitted to natural drying, presented average values that decreased during accelerated aging, becoming statistically significant from 504 hours of aging; while the paint submitted to infrared drying presented numerical reduction in 504 hours, reaching at 1008 hours values above double the value presented in 252 hours, with statistically significant difference in the last period evaluated (Table 2, Graph 2). The remaining paints had an increasing numerical pattern of color variation over the periods of accelerated aging evaluated (Tables 1 and 2, Graphs 1 and 2). The color and the drying method interfered in the behavior of the oil paint (Table 6, Graph 6), so that natural drying provided opposite behaviors for the brown and blue pigments, and infrared drying provided the

mesmo padrão de resposta à radiação ultravioleta. Acreditamos que a tinta a óleo adquiriu, durante os processos de secagem e acrilização, instabilidade dos componentes químicos de seus pigmentos, notadamente no pigmento azul. 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 geração de ligações químicas instáveis ou quebra de ligações, posteriormente potencializada pela ação da radiação ultravioleta da câmara de envelhecimento acelerado. A existência dessa instabilidade química permitiria uma tentativa de retorno à cor original por volta de 500 horas de envelhecimento acelerado, por meio de ligações químicas temporárias, semelhantes a ligações existentes no pigmento original. Contudo, a instabilidade sofrida pelas ligações químicas após contato com os raios infravermelhos durante a secagem da pintura e ultravioletas da câmara de envelhecimento acelerado impossibilita o retorno à cor original e termina por agravar a variação cromática com a crescente exposição à radiação ultravioleta (Figura 15). Ao final do período de envelhecimento acelerado, a cor azul apresentou clareamento, com diminuição do verde e do azul, e a marrom sofreu diminuição do vermelho e do amarelo, com clareamento para a secagem natural e escurecimento para a secagem infravermelha, conforme valores de Lab obtidos pela leitura do espectrofotômetro de reflexão (Figura 15, Anexos - Tabela 16).

---

A técnica de pintura sobre o acrílico vem se destacando sobre as demais, pois é uma técnica relativamente simples, apresentando bons resultados estéticos e imediatos (D'ALMEIDA, 1999), além de permitir o emprego de tintas mais resistentes à radiação ultravioleta, como a tinta a óleo e a automotiva, conforme os resultados do nosso estudo. Em 2002, D'Almeida verificou a alteração cromática das tintas a óleo, automotiva a base de nitrocelulose e automotiva a base de poliéster, observando que a tinta a óleo apresentou a maior alteração de cor, o que não está de acordo com nossos achados, possivelmente pela diferença de metodologia empregada.

Em nosso resultado, observamos que ocorreu alteração entre as tintas e o método de secagem, sendo que a interação entre pigmentos é uma questão a ser ressaltada, pois pode interferir no resultado final da reprodução da íris artificial, ou mesmo acarretar reações indesejáveis durante o período de uso da prótese ocular, sob a ação da luz solar. Meissner (1959b) estudou a reação entre pigmentos puros, observando que estes poderiam sofrer alteração cromática quando submetidos à acrilização. Dessa forma, a existência de pigmentos instáveis, puros ou associados a outros, promoveria a alteração de cor durante o processamento da prótese. Silva (1991) e Silva e Carvalho (1994) avaliaram tintas utilizadas para pintura de íris protéticas, submetidas a envelhecimento acelerado, referindo a possibilidade de

---

---

alteração cromática de cores secundárias pela incorporação nelas de pigmentos de cores primárias instáveis sob ação de radiação ultravioleta.

Neste trabalho, a cor marrom demonstrou maior estabilidade cromática frente aos efeitos do envelhecimento acelerado, quando comparada com a cor azul, em todas as tintas avaliadas. Teoricamente, cores claras refletem a radiação que incide sobre elas, enquanto cores escuras a absorvem. Assim, as cores escuras deveriam apresentar maior instabilidade frente à radiação ultravioleta, pela maior absorção e maior quantidade de raios eletromagnéticos influenciando seu comportamento. Os pigmentos escuros demonstraram maior resistência aos efeitos degradantes da radiação ultravioleta possivelmente devido à formação de ligações químicas mais estáveis, não sujeitas à quebra em curtos períodos de envelhecimento. Poderíamos sugerir também a incorporação, na composição das tintas azuis, de substâncias impuras ou instáveis, pois cada pigmento é composto por uma química diferente, um grupamento químico distinto, que proporciona a formação da cor e confere suas propriedades físico-químicas (Tabelas 3 a 6, Gráficos 3 a 6).

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. Alguns autores sugeriram a utilização de calor, por meio de pistolas de ar quente, secadores de cabelo ou de lâmpadas, para a desidratação da pintura (BARTLETT; MOORE, 1973; MACEDO, 1987; MORONI; MORONI, 1999)

---

---

ou de estufas com temperatura e tempo controlados (BENSON, 1977; HELLAND, 1979), enquanto outros preconizaram a utilização de luz infravermelha para a mesma finalidade (VARELA; CAVALCANTI, 1964/1965; MACEDO, 1982).

O método de secagem empregado no presente estudo teve influência significativa estatisticamente na variação de cor das tintas avaliadas, independente da cor avaliada (Tabelas 1 a 6). A tinta acrílica hidrossolúvel apresentou menor variação cromática e a tinta a óleo assumiu padrão comportamental único para os dois pigmentos avaliados quando a secagem por radiação infravermelha foi utilizada. As tintas guache hidrossolúvel e automotiva comportaram-se melhor com a secagem natural. Macedo (1982), 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 (Anexos – Tabelas 7 a 10) , em nenhuma das tintas avaliadas, mas concordamos com o autor quando referiu que a radiação infravermelha interfere no pigmento utilizado, pois notamos influência estatisticamente significativa da mesma sobre o comportamento das tintas (Tabelas 1 e 2, Gráficos 1 e 2), como mencionado anteriormente.

---

Diante dos resultados obtidos dentro das limitações da metodologia empregada, julgamos que a tinta a óleo apresenta maior resistência aos efeitos degradantes da radiação ultravioleta, independente de ser empregada a cor azul ou marrom. O tempo de uso para as próteses oculares confeccionadas com cores claras pode ser considerado menor do que aquele para próteses pigmentadas com cores escuras.

---

---

*CONCLUSÃO*



## 7 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, independente da cor (marrom e azul) e do método de secagem (natural e por luz infravermelha) empregados.
- A cor marrom apresentou maior estabilidade cromática estatisticamente significativa quando comparada com a cor azul, independente da tinta, do método de secagem e do período de envelhecimento avaliados.
- O método de secagem influenciou positivamente o comportamento das tintas avaliadas, com significância estatística, promovendo menor variação na cor das tintas acrílica hidrossolúvel e a óleo, quando a secagem infravermelha foi empregada, e das tintas automotiva e guache hidrossolúvel, quando submetidas à secagem natural.

- As tintas automotiva à base de nitrocelulose e a óleo apresentaram a maior resistência estatisticamente significativa aos efeitos do envelhecimento acelerado, quando avaliada a cor marrom.
- As tintas a óleo e guache hidrossolúvel apresentaram a maior estabilidade de cor, significante estatisticamente, frente à degradação promovida pela exposição prolongada à radiação ultravioleta e condensação de água, quando avaliada a cor azul.
- A tinta a óleo tem ótima estabilidade cromática, significante estatisticamente, para ser utilizada em pintura de íris artificiais para próteses oculares polimerizadas por energia de microondas, independente da cor e do método de secagem utilizado, quando comparada às demais tintas avaliadas.

## *REFERÊNCIAS*



## 8 REFERÊNCIAS

ALFENAS, E.R.; JUNQUEIRA, R.A.; LINDNAU, L.D.M. Prótese ocular para bebês: relato de caso. *Arq. Odontol.*, Belo Horizonte, v. 34, n. 1, p. 19-23, jan./jun. 1998.

BARTLETT, S.O.; MOORE, D.J. Ocular prosthesis: a physiologic system. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 29, n. 4, p. 450-459, Apr. 1973.

BENSON, P. The fitting and fabrication of a custom resin artificial eye. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 38, n. 5, p. 532-538, Nov. 1977.

BOTELHO, N.L.P.; VOLPINI, M.; MOURA, E.M. Aspectos psicológicos em usuários de prótese ocular. *Arq. Bras. Oftalmol.*, São Paulo, v. 66, n. 5, p. 637-646, set./out. 2003.

BRANDT, S. The plastic artificial eye. *J. New Jersey St. Dent. Soc.*, v. 17, n. 3, p. 31-36, Apr. 1946.

BRITO E DIAS, R.; REZENDE, J. R. V.; CARVALHO, J. C. M. Light-weight ocular prosthesis. *Braz. Dent. J.*, Ribeirão Preto, v. 5, n. 2, p. 105-108, 1994.

BRUCE, G.M. The ancient origins of artificial eyes. *Ann. Hist. Med.*, New York, v. 2, p. 10-14, Sep. 1940.

CARVALHO, J.C.M. Prótese ocular incolor em concha. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 281-286, jul./dez. 1977.

CARVALHO, J.C.M. Fatores de mobilidade da prótese ocular. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 294-297, maio/jun. 1982.

CHALIAN, V.A.; DRANE, J.B.; STANDISH, S. Ocular prosthesis. In: \_\_\_\_\_. *Maxillofacial prosthetics: multidisciplinary practice*. Baltimore: Williams, 1976. p. 286-294.

COSTA, W.T. Prótese ocular individual. *An. Fac. Odontol. Porto Alegre*, Porto Alegre, p. 104-107, 1953/1954.

COUILLARD, P.; SCHAAF, N.G. Fabrication of the ocular portion of an orbital prosthesis. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 35, n. 4, p. 478-481, Apr. 1976.

D'ALMEIDA, N.F. *Avaliação da estabilidade da cor das tintas empregadas na pintura de íris em prótese ocular*. 1999, 98f. Dissertação (Mestrado em Odontologia, área de concentração em Prótese Buco-Maxilo-Facial) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista, São José dos Campos. 1999.

---

D'ALMEIDA, N.F. *Contribuição ao estudo da estabilidade cromática em prótese ocular*. 2002. 99f. Tese (Doutorado em Odontologia, Área de Concentração em Prótese Buco-Maxilo-Facial) – Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, Universidade Estadual Paulista. São José dos Campos. 2002.

DIETZ, V.H. The all-plastic artificial eye. *Illinois Dent.*, Illinois, v. 14, n. 7, p. 296-298, July 1945.

ERPF, S.F. Comparative features of plastic and / or glass in artificial eye construction. *AMA Arch. Ophthalmol.*, Chicago, v. 50, n. 6, p. 737-744, Dec. 1953.

ERPF, S.F.; DIETZ, V.H.; WIRTZ, M.S. Prosthesis of the eye in synthetic resin: a preliminary report. *Dent. Dig.*, Tulsa, v. 51, n.10, p. 557-565, Oct. 1945.

ERPF, S.F.; WIRTZ, M.S.; DIETZ, V.H. Plastic artificial eye program. *U.S. Army Am. J. Ophthalmol.*, Chicago, v. 29, n. 8, p. 984-992, Aug. 1946.

FINE, L. Color and its application in maxillofacial prosthetics. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 39, n. 2, p. 188-192, Feb., 1978.

---

---

FONSECA, E.P. *Prótese ocular*. São Paulo: Panamed, 1987. 200p.

FONSECA, E. P.; RODE, R.; ROSA, M. P. Íris em prótese ocular. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 360-368, nov/dez 1973.

GOIATO, M.C.; FERNANDES, A.Ú.R.; DE LAZARI, J.A.B. Próteses oculares para paciente anoftálmico bilateral. *Arquivos em Odontologia*, Belo Horizonte, v. 37, n. 1, p. 69-75, jan./jun. 2001a.

GOIATO, M.C.; FERNANDES, A.Ú.R.; MANCUSO, D.N. Prótese ocular bilateral. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent - Regional de Araçatuba*, Araçatuba, v. 23, n. 2, p. 54-56, ago./dez. 2002.

GOIATO, M. C.; MANCUSO, D.N.; DE LAZARI, J.A.B.; FERNANDES, A.Ú.R. Prótese ocular em criança com microftalmia. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent - Regional de Araçatuba*, Araçatuba, v. 22, n. 2, p. 7-10, ago./dez. 2001b.

GOIATO, M.C.; GUIOTTI, A.M.; GENNARI FILHO, H.; FAJARDO, R.S.; ASSUNÇÃO, W.G. Ampliação da cavidade anoftálmica com o uso de próteses oculares provisórias expansoras. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, São Paulo, v. 55, n. 4, p. 272-275, jul./ago. 2001c.

---

---

GOIATO, M.C.; MORONI, P.; MATTOS, M.G.C.; SEMPRINI, M.; BATALHÃO, C.H.; ZUCCOLOTTO, R.M. Prótese ocular em bebê, em apenas duas sessões clínicas. *Rev. Bras. Prót. Clín. Lab.*, Curitiba, Ano 1, n. 4, p. 363-367, 1999.

GRASSLE, R.M. Plastic artificial eye prosthesis. *Illinois Dent. J.*, Illinois, v. 15, n. 5, p. 184-187, May 1946.

GRAZIANI, M. *Prótese maxilo-facial*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. p. 209-210.

HANSON, W. Acrylic eye prostheses. *U. S. Nav. Med. Bull.*, suppl., p. 268-278, 1946.

HELLAND, M. Fabrication of ocular prostheses. In: BEUMER III, J.; CURTIS, T.A.; FIRTELL, D.N. *Maxillofacial rehabilitation*. St. Louis: Mosby, 1979. p. 352-371.

MACEDO, F.F. Pintura de íris em prótese ocular. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent.*, São Paulo, v. 36, n. 5, p. 528-533, set/out 1982.

MACEDO, F.F. Íris protética: íris pintada individualmente. In: FONSECA, E.P. *Prótese ocular*. São Paulo: Panamed Editorial, 1987. p. 100-107.

---

---

MAIA, F.A.S.; DIAS, R.B.; REZENDE, J.R.V. Estudo comparativo de técnicas de moldagem da cavidade anoftálmica visando a confecção da prótese ocular. *Rev. Odontol. Univ. São Paulo*, São Paulo, supl.11, p. 85-90, 1997.

MEISSNER, E.G. El iris en oftalmoprótesis: su clasificación y su reproducción a través del diagrama. *Rev. Odontol. Concepción*, Chile, v. 4, n. 2, p. 44-57, mar./abril 1957a.

MEISSNER, E.G. El iris en oftalmoprótesis: su clasificación y su reproducción a través del diagrama. *Rev. Odontol. Concepción*, Chile, v. 4, n. 3, p. 84-96, mai./jun. 1957b.

MEISSNER, E.G. El iris en oftalmoprótesis: su clasificación y su reproducción a través del diagrama. *Rev. Odontol. Concepción*, Chile, v. 4, n. 5, p. 180-191, set./out. 1957c.

MEISSNER, E.G. La construcción del iris em dos planos. *Rev. Odontol. Concepción*, Chile, v. 6, n. 3, p. 77-83, mayo/jun. 1959a.

MEISSNER, E.G. La reproducción del iris en oftalmoprotesis: consideraciones sobre la técnica a emplear. *Rev. Odontol. Concepción*, Chile, v. 6, n. 4, p. 116-123, jul./ago. 1959b.

---

---

MEISSNER, E.G. La fotografia en colores del iris y su uso en prótesis ocular. *Rev. Odontol. Concepción, Chile*, v. 7, n. 5-6, p. 160-165, set./dez. 1960a.

MEISSNER, E.G. Propiedades y ventajas de una prótesis ocular de material plástico (La teoría del color de Oswald y su aplicación en oftalmoprótesis). *Rev. Odontol. Concepción, Chile*, v. 7, n. 3, p. 84-87, mayo/jun. 1960b.

MORONI, P.; MORONI, P. A. Técnica específica simplificada para confecção de prótese ocular. *Rev. CROMG, Belo Horizonte*, v. 5, n. 1, p. 47-53, 1999.

MURGO, D.O.A.; NEVES, A.C.C. Desenvolvimento de uma escala de cor de íris. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent., São Paulo*, v. 55, n. 6, p. 421-425, nov./dez., 2001.

MURPHEY, P.J.; SCHLOSSBERG, L. Eye replacement by acrylic maxillofacial prosthesis. *U. S. Naval Medical Bull.*, v. 43, n. 6, p. 1085-1099, Dec., 1944.

MURPHEY, P.J.; NEWTON, F.H.; SCHMID, D.J. The evolvement of ophthalmoprostheses to civilian requirements. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 39, n. 1, p. 9-20, July 1949.

---

---

MURPHEY, P.J.; PITTON, R.D.; SCHLOSSBERG, L.; HARRIS, L.W. The development of acrylic eye prosthesis at the national naval medical center. *J. Am. Dent. Assoc.*, Chicago, v. 32, n. 19, p. 1227-1244, Oct. 1945.

NIIRANEN, J.V. The Navy's plastic ocular restoration. *Mil. Surg.*, Washington, v. 100, n. 5, p. 402-406, May 1947.

NUTI SOBRINHO, A.; LIMA, E. G.; MATTOS, M. G. C.; WATANABE, I. A study of ocular prostheses. I. Manufacture and indications for use. *Rev. Fac. Odontol. Ribeirão Preto*, Ribeirão Preto, v. 23, n. 2, p. 135-143, jul./dez. 1986.

OLIVEIRA, E.K. Oftalmoprótese. In: *Simpósio Latino-Americano de Reabilitação da Face e de Prótese Buco-Maxilo-Facial*, 1. São Paulo, 1977. p. 80-102.

OLIVEIRA, E.K. Confecção e pintura da íris. In: MORONI, P. *Reabilitação buco-facial: cirurgia e prótese*. São Paulo: Panamed, 1982. p. 321.

PANATT, L. Nuestros ensayos em la restoracion protésica del ojo. *Rev. Dent. Chile*, v. 38, n. 6, p. 188-202, jun., 1946.

---

---

PICKLES, R.B. The construction of plastic eyes. *Br. Dent. J.*, London, v. 84, n. 2, p. 36-38, Jan. 1948.

QUENTIN, P.Y. Prothèse oculaire. *Rev. Franc. Pròthese Max.-Fac.*, v.7, n. 4, p. 223-229, Dec. 1978.

REITEMEIER, B.; NOTNI, G.; HEINZE, M.; SCHONE, C.; SCHMIDT, A.; FICHTNER, D. Optical modeling of extraoral defects. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 91, n. 1, p. 80-84, Jan. 2004.

REZENDE, J.R.V. *Fundamentos da prótese buco-maxilo-facial*. São Paulo: Sarvier, 1997. p. 137-138.

ROSSA, R. Pintura da íris. In: GRAZIANI, M. *Prótese maxilo-facial*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. p. 211-212.

SEIXAS, Z.A. *Prótese ocular: contribuição ao estudo da confecção da íris protética*. 1984. 89p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1984.

SILVA, D.P. *Varição de cores em diferentes tintas com vistas ao emprego em pinturas de íris para prótese ocular*. 1991. 100p. Dissertação (Mestrado em Clínicas Odontológicas) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1991.

---

---

SILVA, D.P.; CARVALHO, J.C.M. Prótese ocular: estudo preliminar de diferentes tintas para pintura de íris. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 71-76, jan./mar. 1994.

STEWART, R.E. Plastic artificial eye and restorations program, veteran's administration. *Mil. Surg.*, Washington, v. 101, n. 5, p. 396-404, Nov. 1947.

SYKES, L.M. Custom made ocular prostheses: a clinical report. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 75, n. 1, p. 1-3, Jan. 1996.

TRAVERS, J.L. Artificial eyes. *U.S. Patent*, 1.993.121, Mar. 5, 1935.

TURNER, G.E.; FISCHER, T.E.; CASTLEBERRY, D.J.; LEMONS, J.E. Intrinsic color of isophorone polyurethane for maxillofacial prosthetics. Part II: color stability. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 51, n. 5, p. 673-675, May 1984.

TURRELL, A.J.W. A technique for the individual fabrication of plastic eye prosthesis. *Br. Dent. J.*, London, v. 87, n. 4, p. 97-100, Aug. 1949.

VARELA, A.G.; SEIXAS, Z.A. Técnica de confecção da prótese ocular individual. *Rev. Odontoestomatol.*, Recife, v. 20, n. 1, p. 30-36, 1979.

VARELA, M.A.; CAVALCANTI, A. Previsor morfo-crômico para íris protética. *Rev. Dentística*, v. 1/2, p. 53-55, 1964/1965.

---

---

VARELLA, M.A.; SERAIDARIAN, P.I.; RODE, R. Prótese ocular: caso clínico em criança. *Odontol. Inst. Metodista Ens. Super.*, v. 2, n. 3, p. 263-268, 1992.

VILAS-BOAS SOUSA, A.; HERNÁNDEZ-ARRIAGA, M.; ASIN-LLORCA, F.; ESCUIN-HENAR, T.J. Prótesis oculo-palpebral. a propósito de um caso clínico. *RCOE*, Madrid, v. 8, n. 5, p. 553-561, ago./sept. 2003.

WARDMAN, S. Plastic eyes. *Brit. J. Ophthalmol.*, London, v. 28, n. 1, p. 149-150, Jan. 1944.

WELDEN, R.B.; NIIRANEN, J.V. Ocular prosthesis. *J. Prosthet. Dent.*, St. Louis, v. 6, n. 2, p. 272-278, Mar. 1956.

---

*ANEXOS*



Tabela 7 - Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta acrílica hidrossolúvel nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado

Cor	Corpos-de-prova	PERÍODO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO											
		Inicial			252 h			504 h			1008 h		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Marrom	N 1	34,541	19,203	13,499	34,441	19,296	14,102	34,327	19,413	14,255	34,195	19,212	14,212
	N 2	35,448	19,998	15,371	35,627	20,060	15,843	35,401	19,741	15,634	35,089	19,374	15,476
	N 3	35,361	19,714	15,378	35,616	19,350	15,323	35,599	19,158	15,209	35,366	18,857	15,027
	N 4	35,024	19,518	14,595	35,150	19,377	14,754	34,996	19,239	14,759	34,702	18,925	14,698
	N 5	35,070	19,850	15,158	35,426	19,370	14,788	35,296	19,398	14,994	35,127	18,801	14,432
	Media	35,089	19,657	14,800	35,252	19,491	14,962	35,124	19,390	14,970	34,896	19,034	14,769
	IV 1	36,115	18,649	13,120	36,145	18,371	13,519	36,082	18,353	13,636	36,043	18,104	13,469
	IV 2	35,250	20,020	15,207	35,435	19,562	15,104	35,560	19,339	14,916	35,450	19,214	14,928
	IV 3	35,688	19,720	14,908	35,810	19,478	14,906	35,745	19,391	14,998	35,964	19,507	15,120
	IV 4	35,765	19,853	15,352	35,944	19,465	15,287	35,930	19,368	15,402	35,758	19,220	15,330
	IV 5	34,838	19,674	14,960	35,204	19,133	14,545	35,021	19,310	14,976	34,957	19,009	14,721
Media	35,531	19,583	14,709	35,708	19,202	14,672	35,668	19,152	14,786	35,634	19,011	14,714	
Azul	N 1	56,900	-19,142	-22,945	56,612	-20,821	-19,716	56,183	-21,828	-17,210	55,326	-22,221	-15,475
	N 2	56,695	-18,901	-22,580	56,698	-20,830	-19,321	56,300	-21,957	-16,810	55,926	-23,043	-14,514
	N 3	57,530	-19,536	-23,195	57,088	-21,518	-19,194	56,496	-22,618	-15,958	56,232	-23,614	-13,528
	N 4	57,313	-19,235	-23,152	56,941	-21,273	-19,378	56,408	-22,370	-16,202	55,464	-23,047	-13,949
	N 5	56,826	-19,033	-23,013	56,565	-20,902	-19,631	56,160	-21,844	-17,008	55,627	-22,726	-15,118
	Media	57,053	-19,169	-22,977	56,781	-21,069	-19,448	56,309	-22,123	-16,638	55,715	-22,930	-14,517
	IV 1	56,132	-18,700	-22,672	56,405	-20,877	-19,140	55,944	-21,834	-17,091	54,830	-22,506	-14,738
	IV 2	56,369	-18,227	-22,205	56,397	-20,263	-18,559	56,220	-21,349	-16,387	55,247	-21,599	-14,774
	IV 3	57,003	-19,098	-22,515	57,044	-20,807	-19,803	56,519	-21,877	-16,523	55,959	-22,240	-15,757
	IV 4	56,255	-19,019	-22,550	56,175	-20,620	-19,417	55,888	-21,798	-16,626	54,917	-22,254	-15,211
	IV 5	56,509	-19,133	-22,357	56,413	-20,901	-18,865	56,239	-21,911	-16,324	54,969	-22,486	-13,898
Media	56,454	-18,835	-22,460	56,487	-20,694	-19,157	56,162	-21,754	-16,590	55,184	-22,217	-14,876	

Tabela 8 - Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta automotiva à base de nitrocelulose nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado

Cor	Corpos-de-prova	PERIODO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO											
		Inicial			252 h			504 h			1008 h		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Marrom	N 1	30,991	7,519	6,804	30,820	7,573	6,983	31,349	7,298	7,017	30,934	7,176	7,120
	N 2	31,033	7,095	6,643	31,078	6,929	6,631	31,215	6,731	6,617	31,074	6,611	6,706
	N 3	31,019	7,459	6,829	31,148	7,269	6,872	31,374	7,111	6,818	31,142	6,941	6,902
	N 4	31,016	7,521	6,831	31,037	7,396	6,876	31,282	7,236	6,930	30,880	7,065	7,010
	N 5	31,032	7,312	6,588	30,998	7,203	6,628	31,331	6,900	6,526	31,297	6,711	6,438
	Media	31,018	7,381	6,739	31,016	7,274	6,798	31,310	7,055	6,782	31,065	6,901	6,835
	IV 1	30,264	5,492	5,641	30,651	5,248	5,662	30,655	5,179	5,713	30,537	5,001	5,541
	IV 2	30,623	4,758	4,781	30,591	4,579	4,973	30,593	4,667	5,273	30,882	4,613	5,190
	IV 3	29,957	4,808	5,136	30,368	4,602	5,154	30,402	4,454	5,290	30,523	4,325	5,020
	IV 4	29,658	4,074	4,253	30,566	3,793	4,261	30,187	3,769	4,598	30,156	3,652	4,391
	IV 5	30,410	4,401	4,710	30,508	4,302	4,938	30,440	4,274	5,088	30,423	4,088	4,924
Media	30,182	4,707	4,904	30,537	4,505	4,998	30,455	4,469	5,192	30,504	4,336	5,013	
Azul	N 1	41,302	-10,703	-20,923	40,125	-11,838	-19,168	39,974	-12,319	-17,797	39,000	-12,221	-16,713
	N 2	39,177	-11,837	-23,156	39,374	-13,010	-21,136	39,027	-13,706	-19,446	38,151	-13,788	-17,764
	N 3	39,396	-11,426	-22,510	39,626	-12,950	-20,969	39,209	-13,459	-18,335	38,189	-13,350	-16,388
	N 4	41,383	-11,473	-21,867	40,400	-12,198	-20,172	39,930	-12,912	-18,453	39,144	-12,933	-16,995
	N 5	40,162	-10,976	-21,860	40,178	-12,250	-20,007	40,218	-12,625	-18,189	39,130	-12,743	-17,230
	Media	40,284	-11,283	-22,063	39,941	-12,449	-20,290	39,672	-13,004	-18,444	38,723	-13,007	-17,018
	IV 1	41,182	-12,825	-22,937	42,727	-14,419	-20,980	41,511	-15,003	-19,339	40,423	-14,731	-18,045
	IV 2	47,262	-9,501	-18,735	47,077	-10,841	-16,298	46,167	-11,062	-15,165	45,067	-10,654	-14,602
	IV 3	45,729	-12,236	-21,130	45,332	-13,628	-18,354	44,325	-14,014	-17,328	42,947	-13,896	-16,107
	IV 4	46,832	-10,191	-19,101	46,790	-11,513	-16,302	45,798	-11,743	-15,571	44,926	-11,087	-15,024
	IV 5	48,164	-9,387	-18,340	48,219	-10,964	-15,963	46,909	-11,146	-14,615	46,635	-10,848	-14,195
Media	45,834	-10,828	-20,049	46,029	-12,273	-17,579	44,942	-12,594	-16,404	44,000	-12,243	-15,595	

Tabela 9 - Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta guache nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado

Cor	Corpos-de-prova	PERIODO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO											
		Inicial			252 h			504 h			1008 h		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Marrom	N 1	31,599	5,376	12,640	31,529	5,147	12,065	31,614	5,117	11,677	31,722	4,802	10,716
	N 2	31,977	5,437	12,781	32,105	5,270	11,897	32,086	5,242	11,760	32,088	5,007	10,968
	N 3	31,734	5,590	12,712	31,678	5,409	12,191	31,660	5,374	11,868	31,806	5,210	11,131
	N 4	32,456	7,250	13,595	32,944	6,608	12,946	33,047	8,052	14,071	32,881	7,607	12,974
	N 5	32,060	5,215	12,112	31,937	5,124	11,626	31,871	5,095	11,466	32,017	4,766	10,283
	Media	31,965	5,774	12,768	32,039	5,512	12,145	32,056	5,776	12,168	32,103	5,478	11,214
	IV 1	31,177	5,434	12,102	31,368	5,082	11,385	31,397	5,016	11,107	31,481	4,667	9,942
	IV 2	30,992	5,438	12,223	31,135	5,100	11,560	31,127	4,983	11,116	31,211	4,782	10,230
	IV 3	30,030	4,282	11,023	30,409	4,446	10,385	30,355	4,336	10,013	30,451	4,043	9,009
	IV 4	31,305	5,417	12,068	31,391	5,085	11,447	31,363	5,059	11,164	31,547	4,641	9,724
	Media	30,986	5,254	11,994	31,174	4,993	11,270	31,159	4,921	10,972	31,263	4,598	9,816
Azul	N 1	40,534	-10,789	-15,975	40,845	-11,271	-14,586	40,681	-11,181	-13,709	40,476	-10,307	-13,428
	N 2	37,928	-12,375	-17,291	37,645	-12,614	-16,347	37,541	-12,290	-15,113	36,925	-11,662	-14,035
	N 3	40,967	-12,123	-14,324	40,987	-12,514	-12,945	40,707	-12,315	-11,985	40,315	-11,449	-11,376
	N 4	38,156	-13,131	-18,512	38,111	-13,575	-17,564	37,851	-13,519	-16,291	37,304	-12,932	-15,456
	N 5	40,623	-11,536	-14,682	41,135	-11,712	-13,412	40,887	-11,606	-12,731	40,762	-10,672	-12,381
	Media	39,642	-11,991	-16,157	39,745	-12,337	-14,971	39,533	-12,182	-13,966	39,156	-11,404	-13,335
	IV 1	37,590	-11,691	-21,392	37,741	-12,271	-19,640	37,422	-12,572	-18,124	37,271	-12,064	-17,415
	IV 2	37,788	-11,309	-21,203	37,631	-12,067	-19,715	37,662	-12,103	-18,154	37,328	-12,113	-17,289
	IV 3	37,787	-11,329	-20,134	37,867	-12,013	-18,582	37,709	-12,119	-17,525	37,235	-11,679	-16,388
	IV 4	37,234	-11,140	-20,151	37,347	-11,858	-18,634	37,039	-12,133	-17,561	37,048	-12,133	-16,158
	IV 5	37,812	-11,256	-20,204	37,928	-11,747	-18,447	37,977	-11,850	-17,028	37,943	-11,420	-16,058
Media	37,642	-11,345	-20,617	37,703	-11,991	-19,004	37,562	-12,155	-17,678	37,365	-11,882	-16,662	

Tabela 10 - Avaliação das alterações das cores marrom e azul da tinta a óleo nos 20 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado

Cor	Corpos-de-prova	PERÍODO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO											
		Inicial			252 h			504 h			1008 h		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Marrom	N 1	24,866	0,191	0,181	24,975	0,099	0,257	24,941	0,066	0,282	25,175	0,026	0,210
	N 2	24,558	0,273	0,524	25,230	0,119	0,278	25,264	0,100	0,350	25,529	0,042	0,261
	N 3	24,639	0,224	0,373	25,229	0,119	0,243	25,338	0,079	0,337	25,538	0,037	0,245
	N 4	24,604	0,216	0,432	25,135	0,091	0,257	25,190	0,089	0,262	25,281	0,029	0,216
	N 5	24,551	0,237	0,399	25,265	0,123	0,277	25,256	0,105	0,333	25,410	0,029	0,322
	Media	24,644	0,228	0,382	25,167	0,110	0,262	25,198	0,088	0,313	25,387	0,033	0,251
	IV 1	25,073	0,226	0,439	25,271	0,147	0,259	25,199	0,097	0,373	25,167	0,055	0,282
	IV 2	24,756	0,202	0,436	25,214	0,075	0,147	25,005	0,057	0,239	25,153	0,049	0,173
	IV 3	24,456	0,224	0,378	25,136	0,116	0,293	24,996	0,117	0,332	24,968	0,035	0,297
	IV 4	24,457	0,228	0,403	25,169	0,079	0,210	24,767	0,091	0,278	24,688	0,038	0,283
	IV 5	25,087	0,229	0,473	25,683	0,120	0,287	25,720	0,104	0,322	25,773	0,047	0,258
Media	24,766	0,222	0,426	25,295	0,107	0,239	25,137	0,093	0,309	25,150	0,045	0,259	
Azul	N 1	27,913	-1,094	-16,938	28,235	-0,439	-17,894	28,152	-0,666	-17,244	27,981	-0,808	-16,219
	N 2	29,145	-1,835	-19,701	29,467	-1,050	-20,748	29,306	-1,177	-19,664	28,950	-1,451	-18,094
	N 3	28,578	-1,855	-15,812	28,772	-1,008	-17,438	28,897	-1,100	-16,868	28,688	-1,424	-15,221
	N 4	28,412	-3,304	-13,499	28,897	-2,075	-16,630	28,951	-1,991	-16,413	28,785	-1,894	-15,413
	N 5	29,408	-3,889	-17,454	29,936	-2,501	-20,092	29,893	-2,653	-19,176	29,478	-2,655	-17,804
	Media	28,691	-2,395	-16,681	29,061	-1,415	-18,560	29,040	-1,517	-17,873	28,776	-1,646	-16,550
	IV 1	28,810	1,417	-23,491	29,304	1,653	-23,856	28,963	1,116	-22,713	28,556	0,597	-21,039
	IV 2	29,084	0,840	-21,072	29,279	1,429	-22,041	29,135	1,023	-21,187	28,923	0,661	-19,477
	IV 3	28,932	1,952	-23,419	28,923	2,183	-23,858	29,013	1,774	-23,032	28,936	1,276	-21,423
	IV 4	30,060	1,439	-21,362	30,069	1,625	-21,784	30,123	1,285	-20,875	29,958	0,905	-19,336
	IV 5	28,973	0,809	-21,202	29,145	1,541	-22,439	29,106	1,177	-21,662	28,880	0,789	-20,058
Media	29,172	1,291	-22,109	29,344	1,686	-22,796	29,268	1,275	-21,894	29,051	0,846	-20,267	

Tabela 11 - Avaliação das alterações da cor marrom das tintas acrílica hidrossolúvel, automotiva à base nitrocelulose, guache e a óleo, nos 40 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	TINTAS											
	Acrílica			Automotiva			Guache			A Óleo		
Horas	252	504	1008	252	504	1008	252	504	1008	252	504	1008
	$\Delta E$											
N 1	0,618	0,813	0,793	0,253	0,472	0,470	0,623	0,997	2,012	0,162	0,177	0,351
N 2	0,509	0,371	0,728	0,172	0,408	0,490	0,909	1,045	1,867	0,732	0,747	1,032
N 3	0,448	0,628	0,926	0,234	0,497	0,537	0,554	0,874	1,628	0,613	0,715	0,927
N 4	0,247	0,325	0,683	0,135	0,402	0,508	1,035	1,104	0,833	0,573	0,623	0,735
N 5	0,703	0,531	1,277	0,121	0,513	0,674	0,510	0,684	1,884	0,733	0,720	0,887
Média	0,505	0,534	0,881	0,183	0,458	0,536	0,726	0,941	1,644	0,563	0,597	0,787
IV 1	0,487	0,596	0,651	0,458	0,506	0,571	0,821	1,101	2,312	0,279	0,192	0,250
IV 2	0,505	0,803	0,876	0,264	0,501	0,505	0,758	1,204	2,110	0,556	0,349	0,500
IV 3	0,271	0,346	0,408	0,460	0,589	0,753	0,760	1,062	2,071	0,694	0,552	0,552
IV 4	0,432	0,515	0,633	0,951	0,701	0,667	0,709	0,974	2,481	0,753	0,361	0,322
IV 5	0,774	0,408	0,717	0,267	0,400	0,379	1,089	1,207	2,533	0,634	0,663	0,742
Média	0,494	0,533	0,657	0,480	0,540	0,575	0,828	1,110	2,301	0,583	0,423	0,473

Tabela 12 - Avaliação das alterações da cor azul das tintas acrílica hidrossolúvel, automotiva à base nitrocelulose, guache e a óleo, nos 40 corpos-de-prova submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	TINTAS											
	Acrílica			Automotiva			Guache			A Oleo		
Horas	252	504	1008	252	504	1008	252	504	1008	252	504	1008
	$\Delta E$											
N 1	3,651	6,373	8,232	2,399	3,761	5,033	1,503	2,304	2,593	1,203	0,578	0,777
N 2	3,787	6,541	9,100	2,344	4,157	5,825	1,014	2,214	3,481	1,348	0,678	1,664
N 3	4,487	7,934	10,572	2,179	4,647	6,530	1,433	2,361	3,094	1,844	1,337	0,740
N 4	4,305	7,678	10,131	2,089	3,980	5,557	1,048	2,275	3,179	3,398	3,241	2,406
N 5	3,873	6,664	8,798	2,249	4,025	5,062	1,381	1,970	2,462	3,027	2,174	1,285
Media	4,021	7,038	9,367	2,252	4,114	5,601	1,276	2,225	2,962	2,164	1,602	1,374
IV 1	4,158	6,404	8,895	2,959	4,219	5,305	1,852	3,389	4,007	0,658	0,848	2,598
IV 2	4,176	6,604	8,237	2,787	4,047	4,820	1,677	3,153	4,022	1,151	0,222	1,613
IV 3	3,206	6,623	7,525	3,131	4,426	5,977	1,698	2,727	3,803	0,496	0,434	2,107
IV 4	3,519	6,554	8,131	3,096	3,992	4,589	1,682	2,781	4,119	0,461	0,515	2,098
IV 5	3,915	6,647	9,229	2,853	4,306	4,653	1,828	3,235	4,151	1,448	0,604	1,148
Media	3,795	6,566	8,404	2,965	4,198	5,069	1,747	3,057	4,020	0,843	0,524	1,913

Tabela 13 - Valores médios e derivadas da alteração de cor dos CP confeccionados com tinta acrílica hidrossolúvel submetidos ao envelhecimento acelerado

COR	SECAGEM	PARÂMETRO	HORAS			
			0	252	504	1008
Marrom	Natural	L	35,089	35,252	35,124	34,896
		a	19,657	19,491	19,390	19,034
		b	14,800	14,962	14,970	14,769
		$\Delta E$	-	0,505	0,534	0,881
	Infravermelha	L	35,531	35,708	35,668	35,634
		a	19,583	19,202	19,152	19,011
		b	14,709	14,672	14,786	14,714
		$\Delta E$	-	0,494	0,533	0,657
Azul	Natural	L	57,053	56,781	56,309	55,715
		a	-19,169	-21,069	-22,123	-22,930
		b	-22,977	-19,448	-16,638	-14,517
		$\Delta E$	-	4,021	7,038	9,367
	Infravermelha	L	56,454	56,487	56,162	55,184
		a	-18,835	-20,694	-21,754	-22,217
		b	-22,460	-19,157	-16,590	-14,876
		$\Delta E$	-	3,795	6,566	8,404

Tabela 14 - Valores médios e derivadas da alteração de cor dos corpos-de-prova confeccionados com tinta automotiva a base nitrocelulose submetidos ao envelhecimento acelerado

COR	SECAGEM	PARÂMETRO	HORAS			
			0	252	504	1008
Marrom	Natural	L	31,018	31,016	31,310	31,065
		a	7,381	7,274	7,055	6,901
		b	6,739	6,798	6,782	6,835
		$\Delta E$	-	0,183	0,458	0,536
	Infravermelha	L	30,182	30,537	30,455	30,504
		a	4,707	4,505	4,469	4,336
		b	4,904	4,998	5,192	5,013
		$\Delta E$	-	0,480	0,540	0,575
Azul	Natural	L	40,284	39,941	39,672	38,723
		a	-11,283	-12,449	-13,004	-13,007
		b	-22,063	-20,290	-18,444	-17,018
		$\Delta E$	-	2,252	4,114	5,601
	Infravermelha	L	45,834	46,029	44,942	44,000
		a	-10,828	-12,273	-12,594	-12,243
		b	-20,049	-17,579	-16,404	-15,595
		$\Delta E$	-	2,965	4,198	5,069

Tabela 15 - Valores médios e derivadas da alteração de cor dos corpos-de-prova confeccionados com tinta guache hidrossolúvel submetidos ao envelhecimento acelerado

COR	SECAGEM	PARÂMETRO	HORAS			
			0	252	504	1008
Marrom	Natural	L	31,965	32,039	32,056	32,103
		a	5,774	5,512	5,776	5,478
		b	12,768	12,145	12,168	11,214
		$\Delta E$	-	0,726	0,941	1,644
	Infravermelha	L	30,986	31,174	31,159	31,263
		a	5,254	4,993	4,921	4,598
		b	11,994	11,270	10,972	9,816
		$\Delta E$	-	0,828	1,110	2,301
Azul	Natural	L	39,642	39,745	39,533	39,156
		a	-11,991	-12,337	-12,182	-11,404
		b	-16,157	-14,971	-13,966	-13,335
		$\Delta E$	-	1,276	2,225	2,962
	Infravermelha	L	37,642	37,703	37,562	37,365
		a	-11,345	-11,991	-12,155	-11,882
		b	-20,617	-19,004	-17,678	-16,662
		$\Delta E$	-	1,747	3,057	4,020

Tabela 16 - Valores médios e derivadas da alteração de cor dos corpos-de-prova confeccionados com tinta a óleo submetidos ao envelhecimento acelerado

COR	SECAGEM	PARÂMETRO	HORAS			
			0	252	504	1008
Marrom	Natural	L	24,644	25,167	25,198	25,387
		a	0,228	0,110	0,088	0,033
		b	0,382	0,262	0,313	0,251
		$\Delta E$	-	0,563	0,597	0,787
	Infravermelha	L	24,766	25,295	25,137	25,150
		a	0,222	0,107	0,093	0,045
		b	0,426	0,239	0,309	0,259
		$\Delta E$	-	0,583	0,423	0,473
Azul	Natural	L	28,691	29,061	29,040	28,776
		a	-2,395	-1,415	-1,517	-1,646
		b	-16,681	-18,560	-17,873	-16,550
		$\Delta E$	-	2,164	1,602	1,374
	Infravermelha	L	29,172	29,344	29,268	29,051
		a	1,291	1,686	1,275	0,846
		b	-22,109	-22,796	-21,894	-20,267
		$\Delta E$	-	0,843	0,524	1,913