



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**THAIS CHRISTINA SOUZA EMIDIO**

**A INFLUÊNCIA DO POLIMENTO DA CALOTA ACRÍLICA E DO  
MÉTODO DE SECAGEM DA TINTA NO EFEITO DE  
ESPELHAMENTO E NA ALTERAÇÃO DE COR DAS PINTURAS  
DA ÍRIS DAS PRÓTESES OCULARES**

**THE INFLUENCE OF CAP POLISHING AND THE METHOD OF  
DRYING THE INK IN THE MIRRORING EFFECT AND ON THE  
COLOR STABILITY OF THE IRISES OF OCULAR PROSTHESES**

**Piracicaba  
2018**

**THAIS CHRISTINA SOUZA EMIDIO**

**A INFLUÊNCIA DO POLIMENTO DA CALOTA ACRÍLICA E DO  
MÉTODO DE SECAGEM DA TINTA NO EFEITO DE  
ESPELHAMENTO E NA ALTERAÇÃO DE COR DAS PINTURAS  
DA ÍRIS DAS PRÓTESES OCULARES**

**THE INFLUENCE OF CAP POLISHING AND THE METHOD  
OF DRYING THE INK IN THE MIRRORING EFFECT AND  
ON THE COLOR STABILITY OF THE IRISES OF OCULAR  
PROSTHESES**

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Doutora em Clínica Odontológica, na Área de Prótese Dental.

Thesis presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Clinical Dentistry, in Prothodontics area.

**Orientadora:** Profa. Dra. Celia Marisa Rizzatti Barbosa

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO  
FINAL DA TESE DEFENDIDA PELA ALUNA THAIS  
CHRISTINA SOUZA EMIDIO E ORIENTADA PELA  
PROFA. DRA. CELIA MARISA RIZZATTI  
BARBOSA.

**Piracicaba  
2018**

**Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s):** Não se aplica.

**ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3346-1685>

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de  
Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba Marilene Girello - CRB  
8/6159

Em43i Emidio, Thais Christina Souza, 1980-  
A influência do polimento da calota acrílica e do método de secagem da tinta no efeito de espelhamento e na alteração de cor das pinturas da íris das próteses oculares / Thais Christina Souza Emidio. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Celia Marisa Rizzatti Barbosa.  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Olho artificial. 2. Espectrofotometria. 3. Resinas acrílicas. 4. Envelhecimento. I. Rizzatti-Barbosa, Celia Marisa, 1957-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

**Título em outro idioma:** The influence of iris button abrasion and paint curing method in the mirroring effect and color stability of artificial ocular prosthesis irises

**Palavras-chave em inglês:**

Eye, artificial

Spectrophotometry

Acrylic

resins

Aging

**Área de concentração:** Prótese Dental

**Titulação:** Doutora em Clínica Odontológica

**Banca examinadora:**

Celia Marisa Rizzatti Barbosa

[Orientador] Mário Alexandre Coelho

Sinhoreti

Tatiana Meulman Leite

Bortolaci Carolina Beraldo

Meloto Cristiane Machado

Mengatto **Data de defesa:** 29-05-2018

**Programa de Pós-Graduação:** Clínica Odontológica



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**Faculdade de Odontologia de Piracicaba**



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de Doutorado, em sessão pública realizada em 29 de Maio de 2018, considerou a candidata THAIS CHRISTINA SOUZA EMIDIO aprovada.

PROF<sup>ª</sup>. DR<sup>ª</sup>. CELIA MARISA RIZZATTI BARBOSA

PROF<sup>ª</sup>. DR<sup>ª</sup>. CRISTIANE MACHADO MENGATTO

PROF<sup>ª</sup>. DR<sup>ª</sup>. CAROLINA BERALDO MELOTO

PROF. DR. MÁRIO ALEXANDRE COELHO SINHORETI

PROF<sup>ª</sup>. DR<sup>ª</sup>. TATIANA MEULMAN LEITE BORTOLACI

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.



## *Dedicatória*

Ao meu pai, **Geraldo Emídio Júnior** (*in memoriam*), que nunca mediu esforços para que eu pudesse ter o melhor estudo e as melhores oportunidades, e que tanto valorizou e almejou esse título.

# *Agradecimentos*

A Deus, por me iluminar em todos os momentos da vida.

À Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Magnífico Reitor, Prof. Dr. Marcelo Knobel e à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do Ilustríssimo Diretor Prof. Dr. Guilherme Elias Pessanha Henriques, pela oportunidade de crescimento profissional.

À minha orientadora, Profa. Dra. Célia Marisa Rizzatti Barbosa, pela orientação, pela oportunidade de trabalhar com prótese bucomaxilofacial, confiança e ensinamentos clínicos e científicos.

À Profa. Dra. Glaucia Maria Bovi Ambrosano, pela atenção e contribuição na análise dos dados.

À Profa. Dra. Débora Alves Nunes Leite Lima, por permitir o uso dos equipamentos do Departamento de Odontologia Restauradora, essenciais para o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores Dr. Paulo Henrique F. Caria, Dr. Rafael Leonardo Xediek Consani e Dr. Américo Bortolazzo Correr, pelas correções e contribuições durante o exame de qualificação.

Aos professores Dr. Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, Dra. Carolina Beraldo Meloto, Dra. Cristiane Machado Mengatto, Dra. Tatiana Meulman Leite Bortolaci, pelas correções e contribuições junto a Comissão Julgadora de minha tese de doutorado.

Aos técnicos de laboratório Adriano, Anderson, Márcia, Marcos, Neide e Reinaldo pela atenção, ajuda e ensinamentos.

A todos os professores, funcionários e amigos da FOP, que muito contribuíram para minha formação, dividiram conhecimentos e estiveram sempre presentes durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Anna Gabriela Presotto, Karina Giovanetti, Bruna Guerra, Leonardo Caldeira, e a todos os colegas do programa de pós-graduação com quem convivi durante esses anos, dividindo preocupações, conhecimentos e vitórias.

Às minhas amigas de graduação da FOP que fizeram tanta falta nessa nova etapa em Piracicaba, mas estiveram sempre presentes na torcida, nos conselhos e nas lembranças.

Ao meu pai, Geraldo Emídio Júnior, que partiu antes de eu ter terminado este trabalho, mas que, com certeza, muito se orgulharia deste título.

À minha mãe, Maria Aparecida Souza Emídio, que superou todas as dificuldades e desafios para estar sempre presente, me apoiando e incentivando durante toda a minha caminhada.

À minha irmã, Thassia Souza Emídio, meus sobrinhos, Thomás e Manoel e meu cunhado, Matheus, que tanto me apoiaram, me orientaram e estiveram presentes em todos os momentos.

À minha irmã, Tania Souza Emídio, pela amizade e parceria, por estar carinhosamente sempre presente, me escutando, me apoiando e dividindo todos os momentos ao meu lado.

À minha família, por me apoiarem sempre em qualquer escolha.

À minha amiga Aline Bianchi (*in memoriam*), que me ajudou na correção dos artigos em inglês, e que partiu antes de eu ter finalizado a tese.

Às minhas amigas, Patricia Trani, Daniela Roncato, Mariana Crispim, Rosana Albertini, Raíra Brito e Kizzy Nascimento que mesmo com os contratempos do dia, conseguiram estar presentes me apoiando.

Aos meus amigos que compreenderam minha ausência, que sempre me apoiaram e me incentivaram a continuar em todos os momentos difíceis.

À minha equipe de consultório, Dr. Marcelo Pazotto, Dra. Nathalia Jorge e Silvia Minucio, que tanto me apoiaram, me substituíram e entenderam as minhas ausências.

À empresa Clássico Artigos Odontológicos Ltda., pelo suporte e doação das resinas e calotas acrílicas utilizadas no experimento da tese.

Aos meus pacientes, que acreditaram em meu trabalho e com isso me incentivaram a buscar mais conhecimentos e maior crescimento profissional.

*" Se muito vale o já feito  
Mais vale o que será  
E o que foi feito é preciso  
Conhecer para melhor prosseguir."*

**Milton Nascimento**

## *Resumo*

A anoftalmia uni ou bilateral compromete a função da visão assim como os aspectos psicossociais do paciente mutilado. A reabilitação com prótese ocular tem como finalidades a proteção e manutenção da cavidade anoftálmica, o resgate da identidade do ser e a reinserção do paciente na sociedade. A reprodução fiel da íris protética é essencial para o tratamento reabilitador. Da mesma forma, a longevidade da pintura é dependente da resistência à degradação da tinta causada pela exposição à radiação solar, umidade, interferência dos fluidos lacrimais, entre outros fatores. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da abrasão da calota acrílica, botão de íris, e o processo de secagem da tinta à óleo, no efeito de espelhamento e na alteração de cor, após envelhecimento acelerado, das pinturas da íris de próteses oculares. Para o teste de envelhecimento, as amostras foram submetidas a medições iniciais de cor da pintura da íris através do espectrofotômetro de reflexão, antes e após a exposição em câmara de envelhecimento acelerado. Foram utilizadas 80 amostras simulando próteses oculares, com ou sem abrasão da calota acrílica da íris e variando a técnica de secagem da tinta pré inclusão: sem secagem, secagem à temperatura ambiente por 24 horas, aplicação de luz infravermelha por 2 horas e secagem em estufa a 55°C por 6 horas. O efeito de espelhamento foi analisado quantitativamente por meio de captura de imagens da superfície pintada, com auxílio de estereomicroscópio, onde a área (mm<sup>2</sup>) de comprometimento foi mensurada com software Image J. Os dados foram comparados por análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ( $\alpha \leq 0,05$ ). Não houve diferença estatística significativa em relação a área de espelhamento em mm<sup>2</sup> em função da abrasão da calota da íris e houve diferença estatística significativa em relação aos métodos de secagem. A alteração de cor foi representada pelos valores do espaço de cor CIEL\*a\*b\*. Os dados apresentaram uma distribuição assimétrica, então as comparações múltiplas foram feitas decompondo a interação em efeitos aninhados pelo teste de Wald ( $\alpha \leq 0,05$ ). A abrasão da calota e o método de secagem da tinta apresentaram diferenças estatísticas significativa entre os grupos. Diante dos resultados, pôde-se concluir que o polimento das calotas não foi um fator diferencial no efeito de espelhamento, mas os diferentes métodos de secagem influenciaram diretamente na área de espelhamento. Quanto à alteração de cor da pintura da íris houve diferenças estatísticas significativas entre os grupos, o que nos permite observar que a abrasão da calota da íris e o método de secagem interferem na estabilidade cromática da pintura.

**Palavras-chave:** Prótese ocular. Espelhamento. Espectrofotometria. Resina acrílica. Envelhecimento.

# *Abstract*

Unilateral or bilateral anophthalmia compromises the function of vision as well as the psychosocial aspects of the mutilated patient. Rehabilitation with ocular prosthesis aims at protecting and maintaining the anophthalmic cavity, the rescue of the identity of the being and the reintegration of the patient into society. Faithful reproduction of the prosthetic iris is essential for rehabilitative treatment. Similarly, the longevity of the paint is dependent on the resistance to paint degradation caused by exposure to solar radiation, humidity, interference of lacrimal fluids, among other factors. The objective of this work was to evaluate the influence of the abrasion of the acrylic iris button, and the drying process of the oil paint, the mirror effect and the color change after accelerated aging of the iris paintings of ocular prostheses. For the aging test, the samples were subjected to initial color measurements of the iris paint through the reflection spectrophotometer, before and after the exposure in the accelerated aging chamber. It was used 80 samples simulating ocular prostheses, with or without abrasion of the acrylic icecap of the iris and varying the technique of drying the ink before inclusion: without drying, drying at room temperature for 24 hours, application of infrared light for 2 hours and oven drying at 55°C for 6 hours. The mirroring effect was analyzed quantitatively by means of image capture of the painted surface with the aid of stereomicroscope, where the area (mm<sup>2</sup>) of impairment was measured with Image J. Software. The data were compared by analysis of variance (ANOVA) and test of Tukey ( $\alpha \leq 0.05$ ). There was no statistically significant difference in relation to the mirror area in mm<sup>2</sup> as a function of the iris capsule abrasion and there was a statistically significant difference in relation to the drying methods. The color change was represented by the values of the color space CIEL \* a \* b \*. The data presented an asymmetric distribution, so multiple comparisons were made by decomposing the interaction in nested effects by the Wald test ( $\alpha \leq 0.05$ ). The abrasion of the cap and the ink drying method showed statistically significant differences between the groups. Considering the results, it was concluded that the polishing of the caps was not a differential factor in the mirroring effect, but the different drying methods had a direct influence on the mirroring area. As for the color change of the iris paint there were significant statistical differences between the groups, which allows us to observe that the iris cap and the drying method interfere with the color stability of the paint.

**Keywords:** Artificial eye. Mirroring. Spectrophotometry. Acrylic resins. Aging.

# *Sumário*

|                                                                                                                                                      |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| <i>1 Introdução</i>                                                                                                                                  | <i>12</i>              |
| <i>2 Artigos</i>                                                                                                                                     | <i>16</i>              |
| 2.1 <i>Artigo 1: The interference of cap polishing and the method of drying the ink in the mirroring of the irises of ocular prostheses</i>          | <i>16</i><br><i>26</i> |
| 2.2 <i>Artigo 2: The interference of cap polishing and the method of drying the ink on the colour stability of the iris of the ocular prostheses</i> |                        |
| <i>3 Discussão</i>                                                                                                                                   | <i>36</i>              |
| <i>4 Conclusão</i>                                                                                                                                   | <i>39</i>              |
| <i>Referências</i>                                                                                                                                   | <i>40</i>              |
| <i>Apêndices</i>                                                                                                                                     | <i>43</i>              |
| <i>Apêndice 1: Detalhamento da metodologia</i>                                                                                                       | <i>43</i>              |
| <i>Apêndice 2: Tabela representativa dos valores da área de efeito de espelhamento da pintura de iris em mm<sup>2</sup></i>                          | <i>49</i>              |
| <i>Apêndice 3: Tabela representativa dos valores de cor mensurados antes e depois do teste de envelhecimento</i>                                     | <i>50</i>              |
| <i>Anexo</i>                                                                                                                                         | <i>53</i>              |
| <i>Anexo 1: Comprovante da submissão dos artigos – Artigo 1 e 2</i>                                                                                  | <i>53</i>              |

# 1 Introdução

A mutilação na região ocular, de forma congênita ou adquirida, necessita de reabilitação com prótese ocular para restaurar a cavidade anoftálmica (Travieso *et al.*, 2005). Embora não restaure a visão, a prótese ocular melhora a estética, previne a deformidade e o prolapso palpebral, protege a cavidade contra agentes externos (poeira, fumaça, frio, entre outros) e restaura o contorno do olho do paciente (Antropolou *et al.*, 2006; Beumer *et al.*, 2011; Hotta *et al.*, 2011). A estética é considerada um dos principais motivos da procura por reabilitação pelo paciente anoftálmico, pois a expressão do olhar é um dos fatores primordiais na psicodinâmica do indivíduo, que se comunica através do contato visual, do sorriso e da expressão facial. A ausência parcial ou total dos olhos compromete tanto a perda da visão, como a auto-estima e os aspectos psicossociais do indivíduo mutilado (Goiato *et al.*, 2013).

A reabilitação com prótese ocular é relatada desde a história do Egito Antigo, quando em 500 a.C. os egípcios fabricavam peças cerâmicas pintadas e sobrepostas à cavidade e retidas por substâncias colantes. Também utilizavam olhos de prata em suas mumificações (Bruce, 1940). Os incas empregavam adornos em ouro para os mortos, e devido à biocompatibilidade do metal, passaram a empregá-lo também nos seres vivos que perdiam suas estruturas oculares (Fonseca *et al.*, 1973). Ambroise Paré (1535) descreveu a técnica de reprodução artificial da íris quando utilizou pela primeira vez o vidro e a porcelana para confecção dos olhos artificiais em forma de concha com esclera e íris pintadas em porcelana, dando início ao que se chamou de prótese funcional (Buckel e Bovet, 1992). Estes trabalhos cruzaram os oceanos e passaram a ser construídos em todas as partes do mundo, a partir do século XIX. Devido à preocupação em restabelecer o equilíbrio estético e funcional da face mutilada, as técnicas de confecção de próteses oculares aprimoraram-se cada vez mais, e diversos estudos foram desenvolvidos com intuito de devolver a estética ao paciente e aperfeiçoar a qualidade dos materiais a serem empregados na sua construção (Silva e Carvalho, 1994; Alves e Carvalho, 2004; Mundim, 2011).

A confecção das próteses oculares em resina acrílica ocorreu a partir da década de 40 quando também surgiram novas técnicas para a obtenção da pintura da íris em discos de cartolina, discos de acetato, calotas acrílicas e fotografias (Funcham, 1947). Em 1945, Erpf *et al.* desenvolveram uma técnica de pintura da íris com tinta à óleo sobre disco de acetato com método de secagem da tinta por meio de estufa à temperatura de 55° C. Brandt (1946) descreveu



a obtenção das íris protéticas a partir de pigmentos inorgânicos naturais dissolvidos em óleo, aplicados sobre discos de acetato, medindo 0,25 mm de espessura e com perfuração pupilar, correspondente ao diâmetro da pupila do olho remanescente. Os pigmentos foram aplicados em várias camadas para dar mais dimensão de profundidade à pintura, aguardando o período de secagem em temperatura ambiente por 24 horas. Macedo (1982) buscou a melhoria estética da pintura testando tintas hidrossolúveis, oleosas e acrílicas; e as submeteu a testes de envelhecimento avaliando o método de secagem, a influência dos raios solares, o método de polimerização da resina acrílica e a composição da tinta. As pinturas foram expostas a três tipos de secagem: luz infravermelha durante 2 horas, ar quente e naturalmente. A secagem por luz infravermelha proporcionou leve descoramento da pintura avaliada. A tinta hidrossolúvel tipo aquarela foi a que melhor resultado apresentou quanto à ausência de manchas, estabilidade de cor e baixo descoramento e o autor concluiu que, quanto mais seco estiver o disco pintado, maior nitidez de pintura será obtida após a acrilização.

O ideal da reabilitação ocular é ter riqueza em detalhes da pintura da íris em camadas, simulando um efeito tridimensional; curto tempo e facilidade de execução; possibilidade de ajustes posteriores; e maior durabilidade e resistência aos fatores fotodegradantes.

O método de secagem utilizado é fator importante para a manutenção dos detalhes da pintura da íris e a sua nitidez. Métodos como pistola de ar quente, secador de cabelo, luz infravermelha, estufa ou lâmpadas para desidratação da pintura, foram amplamente testadas. (Barlett e Moore, 1973; Macedo, 1987; Moroni e Moroni 1999). Grassle (1946), Panatt (1946), Niiranen (1947), Bartlett e Moore (1973), Adisman e Boucher (1977), e Moroni e Moroni (1999) demonstraram que o período de secagem da tinta é importante para um selamento eficaz, proporcionando maior nitidez da pintura após a polimerização.

O efeito de espelhamento é uma das alterações mais frequentes que ocorre na pintura da íris. Ocorre o entrelaçamento irregular com fendas muito finas, com aparência de bolhas entre a tinta e a calota de acrílico, resultando em efeito semelhante a um craquelado. O efeito de espelhamento acarreta a perda da pintura da íris realizada ou até mesmo a perda da prótese se ocorrer quando a prótese já estiver finalizada. Há relatos na literatura de percepção clínica de efeito de espelhamento, que sugerem que a qualidade da aderência da tinta à calota de acrílico, bem como a metodologia de secagem da superfície pintada são fatores que podem ocasionar o efeito de espelhamento da prótese (Fonseca e Rode, 1974; Graziani, 1956; Meissner, 1959; Oliveira, 1982). Mas não há estudos experimentais que avaliaram e quantificaram a

aparecimento deste efeito. Rossa (1982) submeteu a superfície plana da calota à ação de lixas propiciando o despolimento da superfície o que gerou melhor aderência entre tinta e calota independentemente do material utilizado no selamento. Alves e Carvalho (2004) formularam um protocolo para a pintura da íris com as calotas acrílicas planas polidas e não polidas, averiguando se o lixamento da superfície poderia interferir na adesão da tinta à resina, com o intuito de detectar prováveis diferenças entre os materiais na interface entre a pintura e a calota. E teve como resultado que os corpos de prova, quando analisados em sua ultra-estrutura apresentaram melhor desempenho quando a superfície foi despolida, pois houve melhor aderência entre tinta e calota independentemente do material utilizado no selamento.

Uma das maiores preocupações na pintura da íris de próteses oculares é a durabilidade das características e nuances cromáticas obtidas, quando a prótese é submetida às condições de uso rotineiro. Fatores como: tempo, temperatura, e exposição a radiação solar alteram consideravelmente as características obtidas na pintura inicialmente proposta. O sol emite radiação em um amplo feixe de luz, onde a radiação ultravioleta é quase totalmente filtrada pela atmosfera. Apenas 18% dos raios UVB atingem o nosso olho e são absorvidos em 70% pela córnea, enquanto apenas 30% de UVA podem passar através da córnea sendo absorvidos pelo cristalino (Lemon et al., 1995).

Os testes de envelhecimento artificial simulam em laboratório, por meio de lâmpadas, a luz do sol e os ciclos de condensação às intempéries utilizando câmara de envelhecimento acelerado (Brennan e Fedor, 1994). A leitura colorimétrica permite quantificar a alteração de cor calculada através do Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , estabelecido pela Comissão Internacional sobre Iluminação, que simula a leitura cerebral das cores e calcula a distância de cor entre dois pontos através da fórmula:  $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$  (Lemon et al., 1995). Este sistema permite a especificação de percepções de cores em termos de um espaço tridimensional, comparando-se a cor da superfície das amostras, antes e após a exposição aos testes de envelhecimento, 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.

Durante a fase de pintura da íris são necessárias tintas adequadas e técnica confiável

para obtenção exata da cor. Isto é considerado trabalho árduo, visto que o controle sobre a estabilidade da cor após a polimerização é bastante difícil, onde diversas alterações podem ocorrer já nesta fase. Silva e Carvalho (1994) buscaram obter pinturas mais duradouras, resistentes ao descoloramento promovido pela ação dos raios ultravioletas e demais fatores ambientais, e realizaram testes de estabilidade de cor buscando avaliar a estabilidade cromática das tintas pesquisadas, quando submetidas ao envelhecimento artificial e Concluíram que as tintas avaliadas mantiveram boa estabilidade frente à radiação ultravioleta, exceto as cores azul e marrom para modelismo e que a tinta aquarela, pigmentos puros e tintas automotivas com base acrílica seriam as tintas mais indicadas para a pintura da íris.

Na literatura odontológica não há trabalhos experimentais relacionados aos fatores causais de efeitos de espelhamento e aos problemas estéticos da prótese ocular, como as alterações progressivas da cor no decorrer do tempo em função da adesão da tinta à calota acrílica e à metodologia de secagem. Assim, este estudo avaliou *in vitro* a influência do despolimento da superfície plana da calota acrílica pré fabricada e metodologia de secagem da tinta da pintura da íris no efeito de espelhamento e na alteração de cor após envelhecimento acelerado de próteses oculares.

## *2 Artigos*

### **2.1 *Artigo 1:* The interference of cap polishing and the method of drying the ink in the mirroring of the irises of ocular prostheses**

Thais Christina Souza Emidio, DDS<sup>a</sup>, Bruna Gabriela Araújo Ximenes, DDS, MSc<sup>b</sup>, Celia Marisa Rizzatti Barbosa, DDS, MSc, PhD<sup>c</sup>.

Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

a,b PhD Student, Department of Prosthodontics and Periodontology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas (UNICAMP), Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

c Full Professor, Department of Prosthodontics and Periodontology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas (UNICAMP), Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

#### ***Corresponding author:***

Thais Christina Souza Emídio

192 Presciliana Soares Street

ZIP CODE: 13025-080; Campinas, SP, Brazil

E-mail: thaemidio08@gmail.com

Phone: +55 (19) 99141-6211 - Fax: +55 (19) 3231-6400

---

\* Artigo de acordo com as normas para publicação no periódico *Journal of Contact Lens and Anterior Eye*.

## ***Abstract***

Patients who have suffered ocular loss even if they do not have visual competence restored, need rehabilitation of the anophthalmic cavity through ocular prosthesis. Accurate iris reproduction in the fabrication of ocular prosthesis in order to match the remaining eye is a key factor to mask the loss and achieve an aesthetic outcome for anophthalmic patients. The mirroring effect is one of the most frequent changes that occur in iris painting and results in the loss of iris painting or even of the prosthesis if it occurs when the prosthesis is finished. There are no experimental studies investigating the causes of mirroring effects. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of the iris button polishing technique and iris ink drying technique on the mirroring effect of ocular prostheses painted with oil paint. We used 80 samples to simulate the iris, varying the abrasion (or absence of abrasion) of the iris button, and the technique of drying the painting under different conditions: immediately after painting, 24 hours after painting, the application of infrared light and the incubation of the prosthesis in an oven ( $n = 10$ ). Mirroring was quantitatively analysed by image capture of the painted surface with the aid of a stereomicroscope, where the area of impairment by mirroring was measured using multidimensional image processing software (Image J). Data were analysed through two way ANOVA and Tukey's test ( $p < 0.05$ ). There was no statistically significant difference in relation to the mirror area in mm<sup>2</sup> as a function of the polishing of the iris button. Regarding the drying methods, there was a statistically significant difference in relation to the mirrored area. These data allowed the observation that the polishing of the caps was not a differential factor in the presence of mirroring, but the different methods of iris drying directly interfere in the mirrored area of the ocular prostheses.

**Keywords:** Esthetics; Mirroring; Ocular prosthesis.

## ***Introduction***

The eye is an important organ of the facial expression that, besides vision, is a primordial factor in the psychodynamics of humans who communicates mainly through visual contact. The eye is composed of three membranes: 1- Sclera: the fibrous, protective element of the eyeball, where the sclera and cornea are found; 2- Choroid: rich in blood vessels, where there is a circular opening with a different coloured disk, the iris; a central orifice, the pupil; body and ciliary muscle; 3- Retina: the membrane responsible for transforming the light stimulus into a nerve stimulus that is sent it to the brain for images reconstruction [1].

The iris, a muscular diaphragm located anterior to the lens, has its own pigmentation characteristic for each individual, and is responsible for the colour of the eyes [1]. The colour of the iris is not uniform: there are two circles in it, the outer one in a darker shade than the inner one, and between them, a clear, intermediate zone. There are four main colourations in the iris: brown, green, blue and grey, each having different shades from very dark to very light. The iris colours may even indicate intoxication, genetic anomalies, and degenerative diseases and disorders [2].

In ocular prosthetic rehabilitation, the concern to re establish the aesthetic and functional balance of the mutilated face has significantly improved the techniques for the manufacturing ocular prostheses, and several studies have been developed with the intention of reconstruction patients aesthetics and perfecting the quality of the materials to used in that reconstruction.

Mirroring is one of the most frequent changes in iris painting. Blistering generally occurs between the paint and the iris button, resulting in a cracked mirror like effect, an irregular interlacing of very thin crevices, mirroring results in loss of iris paint and of the prosthesis if it occurs when rehabilitation is complete. The quality of the adhesion of the paint to the iris button and its drying on the painted surface are factors that can cause the prosthesis to be mirrored. Alves and Carvalho [3] formulated a protocol for iris painting by evaluating the paint on the polished and unpolished flat iris button, investigating whether surface sanding could interfere with the adhesion of the paint to the resin surface, as well as the subsequent sealing avoiding the mirroring of the iris.

Regarding the treatment of the surface of the iris button, the specimens, when analysed, presented better performance when the surface was unpolished, since there was better adhesion between the paint and the cap regardless of the material used in the sealing. In the

literature, several authors have expressed concern about the period of drying of the paint, and to obtain an effective seal [4–8]. In addition to the quality of sealing, proper drying provides greater clarity of the paint after acrylization. In the literature, there reports of clinical perception of the mirroring effect, wich suggests that the quality of the ink adhesion The present study aimed to evaluate, in vitro, the interference of the technique of polishing of the acrylic iris button before painting, and the drying methodology, on the acetate discs of ocular prostheses made from self-cured acrylic resin, in the presence of mirroring of the iris painted with oil paint and sealed with a monomer/polymer mixture (monopoly).

### ***Material and Methods***

Eighty samples were prepared, varying the polish (or absence of polish) of the acrylic iris button and the technique of drying the paint. The study groups were organized as follows (n = 10) in Table 1.

**Table 1.** Treatment Group

| <b>GROUP</b> | <b>ABRASION OF THE<br/>IRIS BUTTON</b> | <b>DRYING METHOD</b>              |
|--------------|----------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>I</b>     | No                                     | 24 hours in room temperature      |
| <b>II</b>    | Yes                                    | 24 hours in room temperature      |
| <b>III</b>   | No                                     | No drying - immediate inclusion   |
| <b>IV</b>    | Yes                                    | No drying - immediate inclusion   |
| <b>V</b>     | No                                     | Infrared light for 2 hours        |
| <b>VI</b>    | Yes                                    | Infrared light for 2 hours        |
| <b>VII</b>   | No                                     | Oven Drying at 55 °C for 06 hours |
| <b>VIII</b>  | Yes                                    | Oven Drying at 55 °C for 06 hours |

The 40 iris button of the NPD, NPI, NPIV and NPE groups were subjected to stripping using sanding granules 200 and 120 (Norton Abrasivos, Guarulhos, Brazil) in an automatic polisher Politriz (APL-4; Arotec, Sao Paulo, Brazil) under water refrigeration for 30 seconds on each surface.

Each sample consisted of a model made of acrylic resin for ocular prosthesis, colour number 2 Clássico (Clássico Artigos Odontológicos Ltd, Sao Paulo, Brazil), in semilunar format simulating the ocular sclera, a colourless prefabricated acrylic iris button with standardized diameter measured by a 12 mm pachymeter (Mitutoyo Sul Americana, Suzano, Brazil), and black acetate discs (Factor 2 Incorporated, AZ, USA) also standardized at 12 mm diameter for characterization by painting directly on the acetate with Burnt Umber oil paint (Van Gogh, The Netherlands ).

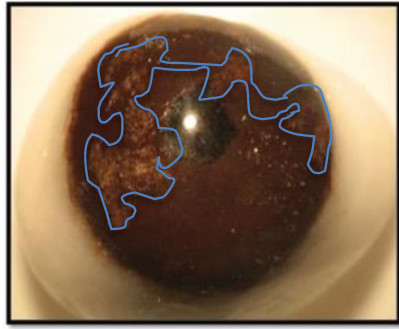
The oil paint was applied to the acetate discs in the same session, by a single operator, under the same lighting conditions, with the aid of a brush, size 0, (Tigre SA, Brazil), diluted in monopoly (monomer/polymer heat activated mixture at 60 °C, for 20 min, in the ratio of 6.25:1) for fixation, according to the technique described by ERPF [9], waiting 3 min between layers, with three layers of ink per disc, sealed with monopoly.

Each group was submitted to the pre-established drying method, for each experimental group. The sclera-representing base was firstly made in utility wax (Polidental LTD, Cotia, SP, Brazil) using pachymeter for measurement and standardization and centralized iris button. Subsequently they were included in flask number 5 (five) filled with dental stone (Gesso Rio LTD, Rio Claro, SP, Brazil). In each flask, 10 samples, representative of each group, were included.

After crystallization of dental stone of the flask, the flask was opened, the wax pattern was removed, washed with warm water to remove any remaining wax and grease, and again isolated for the subsequent inclusion of the acrylic resin for ocular prosthesis colour number 2, with the respective iris button of each group. The flask was pressed closed with 1.0 kgf/cm<sup>2</sup> and the self-cured time was observed, according to the manufacturer's recommendations.

The mirrored area of the test specimens was quantitatively analyzed using a stereo microscope (Stemi DV4/DR; Zeiss®, Jena, Germany), where the area of impairment by mirroring was measured using multidimensional imageprocessing software (Image J – open platform for scientific image analysis).





**Figure 1:** area of impairment by mirroring

To avoid errors and the implications that misinterpreted results or inconsistent conclusions may lead, the researcher used statistical methods proposed by Dahlberg to evaluate reproducibility that deal with quantitative measurements. The samples were detection with mirroring in most of the groups. Measurement of the compromised area was carried out, obtaining average results of the area of mirroring in mm<sup>2</sup>.

The mean results of the mirroring area were submitted to statistical treatment through analysis of variance (ANOVA) in factorial scheme 2 × 4 (polishing × method) and Tukey's test, considering a level of significance of 5%.

## Results

**Table 2.** Mean (standard deviation) of the mirror area in mm<sup>2</sup> as a function of the drying and polishing method of the iris button.

| DRYING METHOD                  | Unpolished     | Polished         |
|--------------------------------|----------------|------------------|
| 24 hours (Group I e II)        | 12.7 (10.5) Ab | 13.56 ( 7.4) Ab  |
| No drying (Group III e IV)     | 30.6 (5.4) Aa  | 22.52 ( 8.1) Aa  |
| Infrared light (Group V e VI)  | 19.3 (9.2) Ab  | 19.37 ( 8.1) Ab  |
| Oven Drying (Group VII e VIII) | 27.1 (14.4) Aa | 20.10 ( 11.6) Aa |

Averages followed by distinct letters (upper case in horizontal and lower case in vertical) differ from each other ( $p \leq 0.05$ )

In view of the analysis, it was possible to observe that there was no statistically significant difference in relation to the area of mirroring in mm<sup>2</sup> as a function of the polishing of the iris button.

Regarding the drying methods, there was a statistically significant difference in relation to the mirror area. The Infrared Light and Oven Drying groups presented higher mean areas of mirroring areas (28.85 mm<sup>2</sup>), but no statistical differences between them, in contrast to the

groups 24 h and Infrared, which presented lower averages of mirroring areas ( $16 \text{ mm}^2$ ), and statistically similar.

The groups in which the unpolished technique was used had a mean mirror area of  $22.43 \text{ mm}^2$  and the polished groups presented a mean mirroring area of  $18.88 \text{ mm}^2$  ( $p > 0.05$ ) showing that there is no difference between the techniques in this regard. Among the drying techniques, the methodology that waited 24 hours for inclusion of the 24 hours in room temperature iris paint presented the best results of all the groups ( $13.13 \text{ mm}^2$ ), quite close to the infrared light drying method ( $19, 35 \text{ mm}^2$ ). These results contrast with the immediate inclusion techniques, which presented the highest average mirroring ( $26.56 \text{ mm}^2$ ), a mean result close to the oven drying groups ( $23,60 \text{ mm}^2$ ).

These data allow us to observe that the presence or absence of polishing is not a differential factor, but the different iris drying methods interfere directly in the mirrored area of the ocular prosthesis.

## Discussion

The success of facial rehabilitation is closely linked to the aesthetic factor, so it is necessary to choose carefully the technique to be used, the biocompatible material that will be used and its durability [10–13].

In the ocular prosthesis, the artificial iris occupies the main role of the rehabilitation, the fidelity and the stability in its reproduction being essential for the quality of the final aesthetic result. To obtain the iris, several techniques have already been used: pre-fabricated [9,11,14–16] made using monopoly (monomer + polymer mixture) and paint [4,6,17,18]; made using pure pigments [9,19]; made with acrylic paint [20] directly on the acrylic resin [3,20,21] or made in oil paint on acetate discs [9,10,19,20].

The oil paint on acetate disc is an easy-to-handle technique, it promotes a colour more stable to the degrading action of environmental agents [18,22] and allows adjustment in the iris painting after acrylization, if need be. The darker colour exhibits greater resistance to the degrading effects of the polymerization process of the acrylic resin [23,24] so it was the indirect technique using brown oil paint that was selected for use in this study.

Some failures have occurred in the final and aesthetic result of rehabilitation [5,19,25]. Among them we can highlight the mirroring of the painting on the iris button. In this study, we aimed to evaluate these faults in order to reduce their occurrence, improving the confection and

the working time. The use of sanding discs for the flat surface of the iris button was tried, giving greater adhesion of the inks. Rossa has already recommended the iris button in 1982 [26]. But in comparison with the results of this experiment, there was no difference in relation to the area of mirroring as a function of the polishing of the iris button in the indirect painting technique.

In different protocols, it was stated that the period and the method of drying of the iris painting were fundamental factors to minimise the mirroring, providing greater clarity in the rehabilitation [4-8]. Some authors have also suggested the use of heat for drying, with controlled temperature and time [27,28] or the use of infrared light for the same purpose [29,30]. In the present study, it was observed that the groups that used drying in the Oven Heater and the groups that did not wait before drying, with Immediate Inclusion, had the highest averages of mirroring areas, in contrast to the 24 hours in room temperature, and Infrared light groups with the lowest averages mirrored areas. What can be suggested is that the presence of mirroring may be related to bubbles generated in the groups with greater release of residual monomer arising from a reaction between the oily paint and the monopoly through unstable chemical bonds or breaking of bonds, whereas the drying with heater and immediate inclusion did not lead to the evaporation of the monomer present in the monopoly. Acrylic resins polymerised by rapid methods have shown seven times higher levels of residual monomer than those found in materials polymerized by hot water bath, according to May et al. [31].

The mirroring present in the iris paint may compromise the aesthetic quality of the ocular prosthesis. Therefore, it must be considered that, even in a small area, mirroring can render all the work done impractical. Once completed, if there is mirroring, even minimal, it would be advisable to repeat the prosthesis. However, some features of repainting iris through the wear of the colourless acrylic resin of the iris button, followed by new painting, drying for 24h, can correct this failure, which becomes clinically imperceptible. We suggest that further studies should be conducted, considering variables other than those investigated in this experiment, to consolidate the factors that interfere with the presence of eye-prosthetic mirroring.

## Conclusion

Based on the obtained results it can conclude that:

- ✓ Mirroring of the iris paint will occur whether or not the iris button is polished;
- ✓ The drying technique influences with the mirroring effect of the iris, with the technique that waits 24 hours for inclusion showing the least mirroring area.

## References

1. Wielgus AR, Sarna T. Melanin in human irides of different color and age of donors. *Pigment Cell Res.* 2005; 18(6):454-64.
2. Dângelo JG, Fattini CA. *Systemic and Segmental Human Anatomy: for the medical student.* 2nd. Edition. São Paulo: Atheneu, 2002.
3. Alves MCAP, Carvalho JCM. Ocular prosthesis: evaluation of the aesthetics and color stability of irises painted with acrylic paint and oil paint. *RPG Rev Pós Grad.* 2004;11(1):57-60.
4. Grassle RM. Plastic artificial eye prosthesis. *Int Dent J* 1946;15(5):184-7.
5. Pannat L. Our tests on the prosthetic restoration of the eye. *Rev Dent Chile* 1946;38(6):188-202.
6. Niiranen JV. The navy's plastic ocular restoration. *Milit Surg* 1947;100:402-6.
7. Bartlett SO, Moore DJ. Ocular prosthesis: a physiologic system. *J Prosthet Dent* 1973;29(4):450-9.
8. Adisman IK, Boucher LJ. The fitting and fabrication of a custom resin artificial eye. *J Prosthet Dent* 1977;38(5):532-8.
9. Erpf SF, Dietz VH, Wirtz MS. Prosthesis of the eye in synthetic resin: a preliminary report. *Bull US Army Med Dep* 1945;4(1):76-86.
10. Pitton RD. The development of acrylic eye prosthesis at the National Naval Medical Center. *J Am Dent Assoc* 1945;32:1227-44.
11. Welden RB, Niiranen JV. Ocular prosthesis. *J Prosthet Dent* 1956;6(2):272-8.
12. Mundim FM, Antunes PL, Sousa AB, Garcia LF, Pires-de-Souza FC. Influence of artificial accelerated ageing on the colour stability of paints used for ocular prosthesis iris apainting. *Gerodontology* 2011; 29(2):312-7.
13. Artopolou II, Montgomery PC, Wesley PJ, Lemon JC. Digital imaging in the fabrication of ocular prostheses. *J Prosthet Dent* 2006; 95(4):327-30.
14. Wardman E. Plastic eyes. *Br J Ophthal* 1944;28(1):149-50. [SEP]
15. Sykes LM. Custom made ocular prostheses: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 1996; 75:1-3.
16. Raizada K, Rani D. Ocular prosthesis. *Cont Lens Anterior Eye.* 2007;30:152-62 [SEP]
17. Goiato MC, Moreno A, Dos Santos DM, de Carvalho Dekon SF, Pelizzier EP, Pesqueira AA. Effect of polymerization and accelerated aging on iris color stability of ocular prosthesis. *Cont Lens Anter Eye* 2010;33: 215–8.

18. Goiato MC, Fernandes AU, Santos DM, Hadadd MF, Moreno A, Pesqueira AA. Alteration of blue pigment in artificial iris in ocular prosthesis: effect of paint, drying method and artificial aging. *Cont Lens Anter Eye* 2011;34: 22–5.
19. Meissner E. La reproducción del iris em oftalmoprotesis: consideraciones sobre la técnica a emplear. *Rev Odontol Concepción* 1959;6(4):116-123.
20. Couillard P, Schaaf NG. Fabrication of the ocular portion of an orbital prosthesis. *J Prosthet Dent*. 1976;35:478-81.
21. Murgo DOA, Neves ACC. Development of an iris color scale ■ *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2001;55(6):421-5.
22. Moreno A, Goiato MC, Santos DM, Haddad MF, Pesqueira AA, Bannwart LC. Influence of different disinfecting solutions on the color change of artificial irises used in ocular prostheses. *Color Res Appl* 2012;39:56–62.
23. Moreno A, Goiato MC, Oliveira KF, Iyda MG, Haddad MF, Dekon SFC, Santos DM. Color stability of the artificial iris button in an ocular prosthesis before and after acrylic resin polymerization. *Contact Lens & Anterior Eye* 38 (2015): 414–418.
24. Reis RC, Dias RB, Carvalho JCM. Evaluation of iris color stability in ocular prosthesis. *Braz Dent J* 2008;19:370–4.
25. Fonseca EP, Rode R. Ophthalmic prosthesis. *Arch Curandi Oftamol* 1974;1:33-60.
26. Rossa R. Pintura da íris. In: Graziani M. *Prótese maxilo-facial*. 3o ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1982. p. 211-12.
27. Benson P. The fitting and fabrication of a custom resin artificial eye. *J Prosthet Dent* 1977;38(5):532-8.
28. Helland M. Fabrication of an ocular prosthesis. In: Beumer III J, Curtis TA, Firtell DN. *Maxillofacial rehabilitation*. St Louis: Mosby; 1979.
29. Varela AG, Seixas ZA. Technique for making the individual ocular prosthesis. *Rev Odontoestomat* 1979; 20(1):30-6.
30. Macedo FF. Iris paint in ocular prosthesis. *Revista da APCD* 1982;36(4- 6):528-33.
31. May KB, Shotwell JR, Koran A, Wang RF. Color stability: denture base resins processed with the microwave method. *J Prosthet Dent* 1996; 76 (6):581-9.

## **2.2 *Artigo 2:* The interference of cap polishing and the method of drying the ink on the colour stability of the iris of the ocular prostheses**

Thais Christina Souza Emidio, DDS<sup>a</sup>, Bruna Gabriela Araújo Ximenes, DDS, MSc<sup>b</sup>,  
Celia Marisa Rizzatti Barbosa, DDS, MSc, PhD<sup>c</sup>.

Piracicaba Dental School, State University of Campinas, Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

a,b PhD Student, Department of Prosthodontics and Periodontology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas (UNICAMP), Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

c Full Professor, Department of Prosthodontics and Periodontology, Piracicaba Dental School, State University of Campinas (UNICAMP), Piracicaba, Sao Paulo, Brazil.

### ***Corresponding author:***

Thais Christina Souza Emidio

192 Presciliana Soares Street

ZIP CODE: 13025-080; Campinas, SP, Brazil

E-mail: thaemidio08@gmail.com

Phone: +55 (19) 99141-6211 - Fax: +55 (19) 3231-6400

---

\* Artigo de acordo com as normas para publicação no periódico *Journal of Contact Lens and Anterior Eye*.

## ***Abstract***

The faithful reproduction of the iris of the remaining eye in the prosthetic iris of the patient affected by the loss of an eyeball is essential for satisfactory rehabilitation treatment, as well as the longevity of rehabilitation, which depends on the degradation caused by exposure to solar radiation. The aim of this work was to evaluate the influence of the abrasion of iris button surface and the paint drying method in the color stability of iris painting, after accelerated aging. We used 80 samples, simulating the iris, varying between polishing the acrylic iris button or not, and using different conditions for drying the paint: immediately after inclusion, 24 hours after inclusion, the application of infrared light and incubation of the prosthesis in a heater (n = 10). The samples were subjected to initial color measurements of the iris paint through the reflection spectrophotometer by the CIE L\*a\*b system. Then, they underwent aging tests in an accelerated aging chamber. The chroma and luminosity changes were measured again with the aid of the reflection spectrophotometer. The coefficient  $\Delta E$ , obtained through the before and after measurements showed statistically significant differences between the groups. The drying and polishing techniques of the iris button showed statistically significant differences between the groups. In conclusion, we can suggest that the polishing of the iris button and the drying method interfere with the chromatic stability of the paint.

**Keywords:** Coloration, aging, artificial eye, spectrophotometry

## ***Introduction***

Ocular prostheses maintain an important role in the facial aesthetic recovery of mutilated patients in the orbital region. Both congenital and acquired loss (pathological or traumatic) is amenable to rehabilitation with ocular prosthesis [1]. Although it does not restore vision, an ocular prosthesis will restore the aesthetic appearance of the face, embellishing it in the compromised region and improving the patient's self-esteem.

The main functions of the ocular prostheses are: to prevent collapse and eyelid deformity, giving support and muscle tone, to avoid atrophy due to a lack of function, to protect the sensitive anophthalmic cavity against aggressions from dust, smoke, the cold and other agents, and to restore the contour of the eye and facial aesthetics [2-4]. One of the main challenges in the preparation of ocular prostheses is an approximation of the colour of the artificial iris with the characteristics of the natural eye. This led several authors to develop painting techniques, using different inks such as watercolours, gouache, oil paints, automotive and modelling, on different paint surfaces such as paper, acetate discs and acrylic resin discs [5-7]. Beumer, Curtis and Marunick used a mixture of oil ink and monopoly (monomer-polymer blend thermoactivated at 60°C for 20 minutes at a ratio of 6.25:1) for iris paint, according to the technique described by Erpf [8], layered on black acetate discs [9]. Because the painting was done in overlapping layers, it was possible to recreate the stretch marks in the iris, giving the feeling of depth and thus becoming the most natural iris possible.

One of the concerns in iris painting is the durability of the characteristics and chromatic nuances obtained when the prosthesis is subjected to the conditions of routine use. Factors such as time, temperature, and environmental exposure considerably change the characteristics obtained in the initial painting [9,10]. Some authors sought to obtain more durable paints, resistant to the discoloration promoted by the action of ultraviolet rays and other environmental factors, and performed some tests of colour stability in order to evaluate the chromatic stability of the paints studied when submitted to artificial aging [10-12]. In the face of the accelerated aging test, studies have shown that all paints suffer some kind of alteration, but the oil paint presents with greater resistance, independent of the method used and the colour [13,14]. Many authors have developed painting techniques and drying the paint [8-12]. They also have evaluated the interference of the ultra violet rays in the stability of the colour of the ocular prosthesis, but no author has studied what influences it or the methodology used to reduce this degradation of paint colour.



The present study evaluated, *in vitro*, the influence of the polishing technique of the acrylic iris button prior to painting, and the drying methodology in the colour stability of iris paints painted with oil paint of ocular prostheses made in self- cured acrylic resin.

### ***Material and methods***

Eighty samples were prepared, varying the abrasion of the acrylic iris button and the paint drying method. The study groups were organized as follows (n = 10) in Table 1.

**Table 1.** Treatment Group

| <b>GROUP</b> | <b>POLISH CAP</b> | <b>DRYING METHOD</b>              |
|--------------|-------------------|-----------------------------------|
| <b>I</b>     | No                | 24 hours in room temperature      |
| <b>II</b>    | Yes               | 24 hours in room temperature      |
| <b>III</b>   | No                | No drying - immediate inclusion   |
| <b>IV</b>    | Yes               | No drying - immediate inclusion   |
| <b>V</b>     | No                | Infrared light for 2 hours        |
| <b>VI</b>    | Yes               | Infrared light for 2 hours        |
| <b>VII</b>   | No                | Oven Drying at 55 °C for 06 hours |
| <b>VIII</b>  | Yes               | Oven Drying at 55 °C for 06 hours |

The 40 iris button of the NPD, NPI, NPIV and NPE groups were subjected to stripping using sanding granules 200 and 120 (Norton Abrasivos, Guarulhos, Brazil) in an automatic polisher Politriz (APL-4; Arotec, Sao Paulo, Brazil) under water refrigeration for 30 seconds on each surface.

Each sample consisted of a model made of acrylic resin for ocular prosthesis, colour number 2 Clássico (Clássico Artigos Odontológicos Ltd, Sao Paulo, Brazil), in semilunar format simulating the ocular sclera, a colourless prefabricated acrylic iris button with standardized diameter measured by a 12 mm pachymeter (Mitutoyo Sul Americana, Suzano, Brazil), and black acetate discs (Factor 2 Incorporated, AZ, USA) also standardized at 12 mm diameter for characterization by painting directly on the acetate with Burnt Umber oil paint (Van Gogh, The Netherlands ).

The oil paint was applied to the acetate discs in the same session, by a single operator, under the same lighting conditions, with the aid of a brush, size 0, (Tigre SA, Brazil), diluted in monopoly (monomer/polymer heat activated mixture at 60 °C, for 20 min, in the ratio of 6.25:1) for fixation, according to the technique described by ERPF [9], waiting 3 min between layers, with three layers of ink per disc, sealed with monopoly.

Each group was submitted to the pre-established drying method, for each experimental group. The sclera-representing base was firstly made in utility wax (Polidental LTD, Cotia, SP, Brazil) using pachymeter for measurement and standardization and centralized iris button. Subsequently they were included in flask number 5 (five) filled with dental stone (Gesso Rio LTD, Rio Claro, SP, Brazil). In each flask, 10 samples, representative of each group, were included.

After crystallization of dental stone of the flask, the flask was opened, the wax pattern was removed, washed with warm water to remove any remaining wax and grease, and again isolated for the subsequent inclusion of the acrylic resin for ocular prosthesis colour number 2, with the respective iris button of each group. The flask was pressed closed with 1.0 kgf/cm<sup>2</sup> and the self-cured time was observed, according to the manufacturer's recommendations.

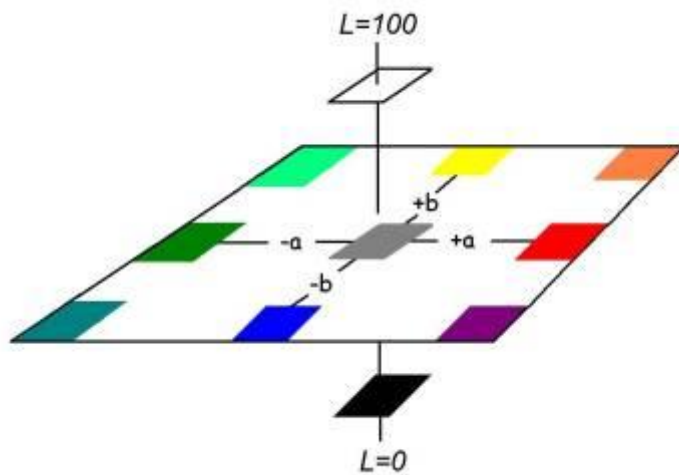
The samples were subjected to initial colour measurements of the iris paint through the reflection spectrophotometer (Konica Minolta®, Sensing Americas, New Jersey, USA), where all samples were positioned in the same way in a non-adapted device spectrophotometer to standardise a reading area and avoid colour variations.

The samples were submitted to aging tests in an accelerated aging chamber EQUV-RC (Equilam®, Diadema, SP, Brazil), whose radiation source is 8 fluorescent lamps of 40 watts each, 4 of which were on one side of the chamber (irradiation UVA), with a wavelength of 340 nm and irradiation power of 0.47 to 1.60 W/m/nm, and 4 of which were on the other side of the chamber (UVB irradiation) with a wavelength of 313 nm and an irradiation power of 0.47 to 1.20 W/m/nm. The samples were glued with silicone adhesive 303 (Pulvitec®, São Paulo, SP, Brazil) in a metal plate, arranged in a sequential manner, divided according to the groups and exposed in alternating cycles of 4h of condensation at 37 ± 3°C and 8h (UVA/UVB) at 40°C, according to ASTM G53-96 (American Society for Testing Materials Standard 53, Comexim Matérias Primas Ind. Com. Ltda., SP, Brazil) for a total of 10 cycles.

The chroma and luminosity changes were measured using the reflection spectrophotometer, with the colour changes calculated through the CIE System L \* a \* b \*,

established by the International Commission of l'Eclairage - CIE (International Commission on Lighting) [15,16].

The CIELab system calculates the colour distance between two points through the formula:  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ , making it possible to evaluate the specification of colour perceptions composing a three-dimensional space by comparing the surface colour between the specimens by wavelength versus reflection. The axial "L" is known as brightness and extends from 0 (black) to 100 (perfect white). The coordinate "a" represents the amount of red (positive values) and green (negative values), while the "b" coordinate represents the amount of yellow (positive values) and blue (negative values). Coordinates "a" and "b" coexist on the same plane within this three-dimensional space [17].



**FIGURE 1** - Schematic representation of the CIE System L \* a \* b \* [15]

## ***Results***

### ***Analysis of chromatic stability***

The mean of the values resulting from the aging effect, obtained by spectrophotometer and represented by the values initial values of  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  and  $\Delta E$  for each specimen, with polished and unpolished iris button and for each drying method, are shown in Table 1; statistical analysis was performed to verify the statistically significant differences in colour stability between the types of iris button polishing and the different drying methods in the treatment of accelerated aging and whether there was any interaction between these factors.

**Table 1.** Mean (standard deviation) of the variation of the coefficient L, a and b in the aging of the colour as a function of the drying technique and the polishing of the iris button.

| Drying Method | Polishing | $\Delta L$  | $\Delta a$   | $\Delta b$   |
|---------------|-----------|-------------|--------------|--------------|
| 24 hours      | Yes       | 0.38 (1.51) | 0.32 (1.51)  | 0.45 (1.52)  |
| Heater        | Yes       | 0.26 (1.73) | -0.61 (1.05) | -0.38 (1.56) |
| Infrared      | Yes       | 1.44 (6.43) | 0.33 (0.58)  | 0.81 (0.69)  |
| No Drying     | Yes       | 0.87 (2.18) | -0.02 (1.05) | 0.79 (1.22)  |
| 24 hours      | No        | 0.13 (0.55) | 0.10 (0.40)  | 0.50 (0.78)  |
| Heater        | No        | 0.90 (2.07) | 1.15 (2.59)  | 1.32 (2.21)  |
| Infrared      | No        | 2.10 (1.96) | 0.40 (0.80)  | 1.05 (0.89)  |
| No Drying     | No        | 0.52 (0.94) | 0.13 (0.49)  | 0.42 (0.71)  |

The data presented an asymmetric distribution. Thus, for the comparison between the drying and polishing techniques, generalised linear models were adjusted considering the gamma distribution (asymmetric shape) according to a 2 x 4 factorial design. The analyses were performed by the SAS program procedure GENMOD and decomposing the interaction into effects nested by the Wald test made the multiple comparisons.

The coefficient  $\Delta E$ , obtained through the before and after measurements, the aging of the colour of iris paints according to the technique used for drying and polishing the iris button, showed statistically significant differences between the groups (Table 2). Regarding the technique of polishing the iris button, only the **IV** group presented results that were statistically different from the others (1.12). Regarding the drying methods, there was no statistical difference between the groups with polished iris button. The **I** and **III** groups presented the lowest values of  $\Delta E$  (0.92 and 1.12, respectively) with no statistical difference between them, but in contrast with **V** group (2.55) and **VII** group (2.13 ).

**Table 2.** Mean (standard deviation) of the variation of the coefficient  $\Delta E$  in the aging of the colour as a function of the drying and polishing technique of the iris button.

| Drying Method | Polished       | Unpolished     |
|---------------|----------------|----------------|
| 24 hours      | 1.67 (1.70) Aa | 0.92 (0.43) Ac |
| Heater        | 2.23 (0.77) Aa | 2.55 (2.37) Aa |
| Infrared      | 2.99 (4.73) Aa | 2.13 (1.65) Ab |
| No Drying     | 2.14 (1.34) Aa | 1.12 (0.60) Bc |

Means followed by distinct letters (upper case in horizontal and lower case in vertical) differ from each other ( $p \leq 0.05$ ).

## Discussion

Ocular rehabilitation is a safe way to promote the support of the muscular eyelids, prevent eyelash adhesion, dry the conjunctiva, protect the cavity and restore the facial aesthetics of the

anophthalmic patient, due to the inability to repair vision. The durability of an ocular prosthesis is, on average, from 1 to 5 years [18,19]. The daily use of rehabilitation causes the same to undergo alterations in the colour of the iris and degradation coming from the internal environment through the lacrimal fluids, and from the external environment through solar radiation, temperature, dust, and smoke, among others. The combination of these factors promotes the discoloration of the iris, altering the aesthetics of rehabilitation, as already described by several authors [20-23]. Some authors have stated that the chromatic changes in the iris are not only due to the degradation caused by exposure to environmental factors, but also during the painting process [24-25]. In this study, we aimed to evaluate these failures in order to reduce the occurrence of the same, improving the confection and working time. Different types of paints on different surfaces have been advocated by several authors in the attempt to produce irises with greater durability [26-30]. The oil paint in brown staining was characterized as more stable due to the presence of opacifiers (zinc oxide) and mineral components [12,31]. The indirect paint technique, with oil paint diluted in monopoly and applied to the acetate disc, presents significant aesthetic results due to the possibility and clarity in the reproducibility of details; its application in layers provides a deep effect and allows the adjustment in iris painting subsequent to acrylisation, if necessary; therefore, it was the indirect technique in brown oil paint selected for use in this study.

In the present study, all groups showed a colour change, which can be attributed to the fact that the oil paints had a longer time to completely dry; this time was not expected, thus promoting a greater degree of instability in the component connections of the oil-based paint. This may also be due to the presence of residual monomer, which corroborates the findings of Polyzois et al. [32], who stated that residual monomer is one of the possible explanations for the colour change in the iris of ocular prostheses, being dependent both on the mode of polymerisation and on its chemical characteristic.

The lowest change in the studied groups occurred in the unpolished hulls, with a drying time of 24 hours in the NPD group; this suggests that the grooves generated during the stripping increased the adhesion surface of the paint in the shell and the period of 24 hours increased the evaporation of residual monomer. The second minor colour change was the one presented in the unpolished and non-drying iris button, the NPI group, which allows us to suggest that the groups that were not submitted to the drying technique involving artificial heat presented lower colour degradation. Changes in iris colour need to be emphasised as this can directly affect the final results of artificial iris reproduction.

## Conclusion

Based on the obtained results it can conclude that:

- Polishing the iris button and the drying method influence the chromatic stability of the paint; the combination is unblemished and the group with the best results were polished for 24 hours.

## References

1. Raizada K, Rani D. Ocular prosthesis. *Cont Lens Anterior Eye*. 2007;30:152-162. [SEP]
2. Beumer III J, Marunick MT, Espósito SJ. Maxillofacial Rehabilitation. *Prosthodontic and Surgical Management of Cancer-related, Acquired, and Congenital Defects of the Head and Neck*. Quintessence; 2011, p. 322-29.
3. Hotta PTH, Tinajero LPH, Geraldini CAC, Coto NP, Dias RB. Expansive ocular prosthesis use in children with ocular globe loss - clinical case. *Rev. Odontol. Metodista*, 2011; 19: 73-7.
4. Artopolou II, Montgomery PC, Wesley PJ, Lemon JC. Digital imaging in the fabrication of ocular prostheses. *J Prosthet Dent*. 2006; 95(4): 327-30.
5. Meissner EG. The reproduction of the iris in ophthalmoprotesis: considerations on the technique to be used. *Rev. Odontol. Concepción*. 1959; 6(4):116-23.
6. Meissner EG. The photograph in colors of the iris and its use in ocular prosthesis. *Rev. Odontol. Concepción*. 1960; 7(5):160-165.
7. Murgo DOA, Neves ACC. Development of an iris color scale. *Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent*. 2001; 55 (6); 421-425.
8. Erpf SF, Dietz VH, Wirtz MS. Prosthesis of the eye in synthetic resin: a preliminary report. *Bull US Army Med Dep* 1945;4(1):76-86.
9. Beumer III J, Curtis TA, Marunick MT. Maxillofacial rehabilitation: prosthodontic and surgical considerations. 1st ed. St. Louis: Medico Dental Media Intl; 1996. p. 417-31.
10. Silva DP, Carvalho JCM. Ocular prosthesis: preliminary study of different paints for iris painting. *Rev. Fac. Odontol. São Paulo*, 1994; 8(1):71-76.
11. Alves MCAP, Carvalho JCM. Ocular prosthesis-evaluation of the esthetics and of the stability of the color of the painted iris with acrylic paint and oil paint. *RPG* 2004; 11: 57-60.
12. Fernandes AUR, Goiato MC, Batista MAJ, Santos DM. Color alteration in paint the irises for ocular prostheses. *Braz Oral Res* 2009;23: 386-92.
13. Goiato MC, Fernandes AU, Santos DM, Hadadd MF, Moreno A, Pesqueira AA. Alteration of blue pigment in artificial iris in ocular prosthesis: effect of paint, drying method and artificial aging. *Cont Lens Anter Eye* 2011;34: 22-5.
14. Moreno A, Goiato MC, Santos DM, Haddad MF, Pesqueira AA, Bannwart LC. Influence of different disinfecting solutions on the color change of artificial irises used in ocular prostheses. *Color Res Appl* 2012; 39: 56-62.
15. Goiato MC, Moreno A, Santos DM, Carvalho Dekon SF, Pellizzer EP, Pesqueira AA. Effect of polymerization and accelerated aging on iris color stability of ocular

- prosthesis. *Cont Lens Anter Eye* 2010; 33: 215–8.
16. Moreno A, Goiato MC, Santos DM, Haddad MF, Pesqueira AA, Bannwart LC. Influence of different disinfecting solutions on the color change of artificial irises used in ocular prostheses. *Color Res Appl* 2012; 39:56–62.
  17. Sharma G, Wu W, Dalal EN. The CIEDE2000 Color-Difference Formula: Implementation Notes, Supplementary Test Data, and Mathematical Observations. *Color Res Appl* 2005; 30(1): 21-318.
  18. Haddad MF, Goiato MC, Santos DM, Moreno A, D'almeida N F, Pesqueira AA. Color stability of maxillofacial silicone with nanoparticle pigment and opacifier submitted to disinfection and artificial aging. *Journal of Biomedical Optics* 2011; 16 (9):95.
  19. Goiato, M.C., Pesqueira, A.A., Ramos da Silva, C., Filho, H.G., Micheline Dos Santos, D. Patient satisfaction with maxillofacial prosthesis. Literature review. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2008;62:175–180.
  20. Fonseca EP; Rode R.; Rosa MP. Iris in ocular prosthesis. *Rev.Assoc. Paul. Cir. Dent.* 1973; 27(6): 360-368.
  21. Graziani M. Maxillofacial prosthesis. 3rd ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1982. p. 209-210.
  22. Oliveira E K. Iris dressing and painting. In: Moroni P. *Reabilitação buco-facial: cirurgia e prótese.* São Paulo: Panamed, 1982. p. 321.
  23. Panatt L. Our tests in prosthetic restoration of the eye. *Rev. Dent. Chile.* 1946 38(6):188-202.
  24. Taicher, S., Steinberg, H.M., Tubiana, I., Sela, M. Modified stock-eye ocular prosthesis. *J Prosthet Dent.* 1985;54:95–98.
  25. Lung CY, Darvell BW. Minimization of the inevitable residual monomer in denture base acrylic. *Dent Mater.* 2005;21:1119–1128.
  26. Allen, L., Webster, H.E. Modified impression method of artificial eye fitting. *Am J Ophthalmol.* 1969;67:189–218.
  27. Benson, P. The fitting and fabrication of a custom resin artificial eye. *J Prosthet Dent.* 1977;38:532–538.
  28. Couillard P, Schaaf NG. Fabrication of the ocular portion of an orbital prosthesis. *J Prosthet Dent.* 1976;35:478- 81.
  29. Dyer NA. The artificial eye. *Aust J Ophthalmol.* 1980;8:325-7.
  30. Sykes LM. Custom made ocular prostheses: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 1996;75:1-3.
  31. Goiato MC, Santos DM, Moreno A, Gennari-Filho H, Pellizzer EP. Evaluation of the color stability of two techniques for reproducing artificial irides after microwave polymerization. *J Appl Oral Sci* 2011; 19(3): 200-3.
  32. Polyzois GL, Yannikakis SA, Zissis AJ, Demetriou PP. Color changes of denture base materials after disinfection and sterilization immersion. *Int J Prosthodont.* 1997;10 (1): 83-9.

### *3 Discussão*

O presente estudo foi separado em dois capítulos com o objetivo de abordar dois fatores que interferem na qualidade final da cor da pintura da íris da reabilitação com prótese ocular: o efeito de espelhamento e a alteração da cor da pintura. Buscando melhorias na técnica a ser empregada, o Capítulo 1 teve como objetivo avaliar as interferências da técnica de polimento da base da calota acrílica e a metodologia de secagem da tinta usada na pintura da íris, na presença de efeito de espelhamento das íris de próteses oculares confeccionadas em resina quimicamente ativada, pintadas com tinta óleo em discos de acetato. O Capítulo 2 teve como objetivo avaliar as interferências da técnica de polimento da base calota acrílica e metodologia de secagem da tinta usada na pintura da íris, na alteração da coloração das íris pintadas com tinta óleo em discos de acetato. Tal divisão foi essencial para permitir a discussão objetiva de dois fatores influentes na alteração estética final da reabilitação ocular, e para que fosse analisado a metodologia adequada para cada interferência.

O desenvolvimento de pesquisas e aprimoramento das técnicas na confecção de próteses oculares são motivados pelos benefícios funcionais, estéticos e psicológicos que a reabilitação proporciona ao paciente mutilado. Goulart et al. (2011) ressaltaram que a reparação com prótese ocular leva a uma mudança emocional e comportamental do paciente, que antes da reabilitação apresenta dificuldades emocionais no contato inicial com a perda do olho e se afasta do convívio social. Diversos autores (Fonseca et al., 1973; Murgó e Neves, 2001) enfatizaram que a semelhança da reabilitação ocular do olho mutilado com o olho sadio é imprescindível no resultado estético e na dissimulação da perda. A pintura rica em detalhes da íris é um fator fundamental para o sucesso da reabilitação protética, sendo a fidelidade e estabilidade em sua reprodução, essenciais para a qualidade final do resultado estético (Meissner, 1960; Jain, 2010).

O efeito de espelhamento, que é um entrelaçamento irregular de fendas muito finas, gerando um efeito semelhante a um espelho craquelado, é uma variável presente na perda da pintura da íris das próteses oculares durante a confecção laboratorial. A escassez de metodologia que quantificasse a área comprometida pelo efeito de espelhamento pode ser um dos motivos da ausência de pesquisas. A utilização de estereomicroscopia, vem sendo aplicada em diversas áreas médicas junto a softwares para análise de imagens científicas multidimensionais (Collins, 2007).



Um recurso adicional visando evitar o efeito de espelhamento é aumentar a adesão entre a tinta e a calota de íris através do despolimento da superfície da base da calota acrílica da íris pré fabricada que vem polida de fábrica e que receberá a pintura, com a finalidade de obtenção de retenção mecânica entre ambas (Rossa, 1982). Acredita-se que isto ajudaria manter a integridade da pintura da íris previamente realizada, mas diante do observado nos resultados deste experimento, não houve diferença em relação a área de efeito de espelhamento em  $\text{mm}^2$  em função do polimento da calota da íris. Observou-se área de efeito de espelhamento em todos os grupos analisados. O que pode ser atribuído ao uso de diluição em monopóli, que é uma mistura insaturada de monômero/polímero termopolimerizáveis na proporção 6,25:1, que tende a liberar monômero residual, corroborando com o estudo de Stewart em 1947, que referiu a necessidade de evitar excesso de monômero durante a confecção do botão de íris, o que poderia causar formação de bolhas ou extravasamento da pintura.

A metodologia que aguardou 24 horas para inclusão da pintura de íris, grupos **I** e **II**, apresentou os melhores resultados entre os grupos o que sugere que o tempo de espera pode ter ocasionado uma melhor qualidade na secagem da tinta e uma maior evaporação do monômero residual. O método de secagem por luz infra vermelha, grupos **V** e **VI**, foi a segunda menor área de espelhamento em  $\text{mm}^2$  em função da secagem, o que pode sugerir que as amostras dispostas a secagem em ambiente aberto, com uma distância fixa de 30cm do foco de luz infravermelha propiciou maior evaporação do monômero residual do que os grupos que tiveram secagem em estufa, grupos **VII** e **VIII**, em ambiente fechado, onde o monômero residual liberado durante a secagem, ficou aprisionado podendo gerar as bolhas na pintura. E os grupos que não aguardaram tempo de secagem, grupos **III** e **IV**, apresentaram as maiores médias de áreas de espelhamento, o que podemos sugerir que a presença do efeito de espelhamento pode estar vinculada a bolhas geradas com maior liberação de monômero residual advindas de uma reação entre a tinta oleosa e o monopoli através de ligações químicas instáveis ou quebra de ligações onde a metodologia de secagem não propiciou a evaporação do monômero presente no monopóli. Corroborando com Lung e Darvell, 2005, que afirmaram que o monômero residual é inevitável para todos os produtos com base em polimetilmetacrilato, independente das condições de polimerização. E com Dogan et al., 1995, que afirmaram que diferentes ciclos de polimerização podem resultar em diferentes níveis de monômero residual.

A seleção da técnica de pintura da íris com tinta a óleo em discos de acetato com diluição em monopóli, na cor marrom, utilizada no estudo foi devido a facilidade na execução da técnica;

bons resultados estéticos, com riqueza de detalhes; e a possibilidade de ajustes posteriores na pintura caso necessário (Grassle, 1946; Niiranen, 1947; Vilas-Boas Sousa et al., 2003). A opção pela tinta à óleo foi devido ao fato de acreditar que em meio oleoso a radiação solar pudesse ser impedida de agir com a mesma incidência e intensidade de luz, diferente das tintas aquosas que permitem ação direta dos raios ultra violeta. A cor marrom foi devido os pigmentos escuros demonstrarem maior resistência aos efeitos degradantes da radiação ultravioleta por possuírem ligações químicas mais estáveis. (Mundim et al., 2011). Neste estudo todas as pinturas de iris sofreram variação, o que pode ser atribuído ao fato de as tintas a óleo terem um tempo maior para a secagem completa e esse tempo não ter sido aguardado, promovendo assim um maior grau de instabilidade nas ligações dos componentes da tinta à base de óleo. Outro fato que pode ser atribuído é o de ter havido uma interação entre os pigmentos da tinta que se tornaram instáveis durante o processo de polimerização da prótese, conforme descrito por Meissner, 1959. E também pode ser devido à presença de monômero residual, que corrobora com Polyzois *et al.*, 1999, que afirmaram que o monômero residual é uma das possíveis explicações para alteração de cor da iris de próteses oculares, sendo dependente tanto do modo de polimerização quanto da sua característica química.

A menor alteração nos grupos estudados ocorreu nas calotas sem polimento, com tempo de secagem de 24 horas, grupo **I** o que pode sugerir que as ranhuras geradas durante o despolimento, aumentaram a superfície de adesão da tinta na calota e o período de 24 horas de espera ocasionou maior evaporação do monômero residual. A segunda menor alteração de cor foi a apresentada nas calotas sem polimento e sem secagem, inclusão imediata, grupo **III**, o que permite sugerir que os grupos que não foram submetidos a técnica de secagem envolvendo calor artificial, apresentaram menor degradação da cor. As alterações na cor da íris precisam ser enfatizadas, pois pode afetar diretamente nos resultados finais de reprodução da íris artificial.

Diante dos resultados obtidos pôde-se observar que, apesar de vários estudos julgarem a tinta óleo como a tinta que apresenta maior resistência aos efeitos degradantes da radiação ultravioleta, faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas aprimoradas para a pintura da íris empregadas em prótese ocular.

## *4 Conclusões*

Baseado nos resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que:

- ✓ o polimento da calota ou sua abrasão não influenciam no efeito de espelhamento da pintura da íris;
- ✓ a técnica de secagem influencia no efeito de espelhamento da íris, sendo a técnica que aguarda 24 horas para inclusão, (grupos **I e II**), a que apresenta menor área de efeito de espelhamento.
- ✓ o polimento da calota da íris e o método de secagem influenciam na estabilidade cromática da pintura, sendo a combinação calota sem polimento e 24 horas de secagem o grupo que apresenta melhor resultado;

## *Referências\**

- Adisman IK, Boucher LJ. The fitting and fabrication of a custom resin artificial eye. *J Prosthet Dent.* 1977;38(5):532-8.
- Alves MCAP, Carvalho JCM. Prótese ocular – avaliação da estética e da estabilidade da cor das íris pintadas com tinta acrílica e tinta a óleo. *RPG Rev Pós Grad.* 2004;11(1):57-60.
- Archadian N, Kawano F, Ohguri T, Ichikawa, T. and Matsumoto N. Flexural strength of rebased denture polymers. *J Oral Rehabil.* 2000;27:690-6.
- Artopolou II, Montgomery PC, Wesley PJ, Lemon JC. Digital imaging in the fabrication of ocular prostheses. *J Prosthet Dent.* 2006;95(4):327-30.
- Bartlett SO, Moore DJ. Ocular prosthesis: a physiologic system. *J Prosthet Dent.* 1973;29(4):450-9.
- Beumer III J, Marunick MT, Espósito SJ. Maxillofacial Rehabilitation. Prosthodontic and Surgical Management of Cancer-related, Acquired, and Congenital Defects of the Head and Neck. Quintessence; 2011.
- Brandt S. The plastic artificial eye. *J N J Dent Soc.* 1946;17:31-6.
- Braun KO, Mello JA, Rached RN, Del Bel Cury AA. Surface texture and some properties of acrylic resins submitted to chemical polishing. *J Oral Rehabil.* 2003;30(1):91-8.
- Brennan P, Fedor C. Sunlight, UV, & accelerated weathering. Technical Bulletin LU- 0822. The Q-Panel Lab Products; 1994. LU-0822. p.1-7.
- Bruce GM. The ancient origins of artificial eyes. *Ann Hist Med.* 1940;2:10-4.
- Buckel M, Bovet J. The eye as an art form: the ocular prosthesis. *Klin Monatsbl Augenheilkd.* 1992;200(5):594-5.
- Collins TJ. Image J for microscopy. *Biotechniques.* 2007;43(1):25-30.
- Dietz VH. The all plastic artificial eye. *Int Dent J.* 1945;14(7):296-8.
- Dogan A, Bek B, Cevik NN, Usanmaz A. The effect of preparation conditions of acrylic denture base materials on the level of residual monomer, mechanical properties and water absorption. *J Dent.* 1995;23:313–8.

---

\* De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee of Medical Journal Editors - Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

Erpf SF, Dietz VH, Wirtz MS. Prosthesis of the eye in synthetic resin: a preliminary report. Bull US Army Med Dep. 1945;4(1):76-86.

Fonseca EP, Rode R, Rosa MP. Iris em prótese ocular. Rev Assoc Paul Cir Dent. 1973;27(6):360-8.

Fonseca EP, Rode R. Prótese oftálmica. Arch Curandi Oftamol. 1974;1:33-60.

Funcham EF. Some recent developments in artificial eye. Trans Ophtal Soc UK 1947;66(3):347-60.

Goiato MC, Santos DM, Bannwart LC, Moreno A, Pesqueira AA, Haddad MF, Santos EG. Psychosocial impact on anophthalmic patients wearing ocular prosthesis. Int J Oral Maxillofac Surg. 2013;42:113–9.

Goulart DR, Queiroz E, Fernandes AÚ, Oliveira LM Psycho-social aspects in the rehabilitation of patients with anophthalmic socket: implications of the use of ocular prosthesis. Arq Bras Oftalmol. 2011;74(5):330-4.

Grassle RM. Plastic artificial eye prosthesis. Int Dent J. 1946;15(5):184-7.

Harrison A, Huggett R. Effect of the curing cycle on residual monomer levels of acrylic resin denture base polymers. J Dent. 1992;20(6):370-4.

Hotta PTH, Tinajero LPH, Geraldini CAC, Coto NP, Dias RB. Uso de prótese ocular expansora em crianças com perda do globo ocular - caso clínico. Rev Odont Metod. 2011;19:73-7.

Jain S, Makkar S, Gupta S, Bhargava A. Prosthetic rehabilitation of ocular defect using digital photography: a case report. J Indian Prosthodont Soc. 2010; 10(3):190-3.

Lung CY, Darvell BW. Minimization of the inevitable residual monomer in denture base acrylic. Dent Mater. 2005;21:1119-28.

Macedo FF. Pintura de íris em prótese ocular. Rev Assoc Paul Cir Dent. 1982;36(4-6):528-33.

Macedo FF. Íris protética: íris pintada individualmente. In: Fonseca EP. Prótese ocular. São Paulo: Panamed Editorial; 1987. p.100-7.

Meissner EG. La reproducción del iris en oftalmoprotesis: consideraciones sobre la técnica a emplear. Rev Odontol (Concepción). 1959;6(4):116-23.

Meissner EG. Propiedades y ventajas de una prótesis ocular de material plástico (La teoría del color de Oswald y su aplicación en oftalmoprotesis). Rev Odontol (Concepción). 1960;7(3):84-7.

- Moroni P, Moroni PA. Técnica específica simplificada para confecção de prótese ocular. *Rev CROMG*. 1999;5(1):47-53.
- Mundim FM, Antunes PL, Sousa AB, Garcia LF, Pires-de-Souza FC. Influence of artificial accelerated ageing on the colour stability of paints used for ocular prosthesis iris apainting. *Gerodontology*. 2011; 29(2):312-7.
- Murgo DOA, Neves ACC. Desenvolvimento de uma escala de cor de íris. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2001;55(6):421-5.
- Murphey PJ, Schlosberg L. Eye replacement by acrylic maxillofacial prosthesis. *US Nav Med Bull*. 1945;43(6):1085-99.
- Niiranen JV. The navy's plastic ocular restoration. *Milit Surg*. 1947;100:402-6.
- Okuno E, Vilela MAC. Radiação ultravioleta: características e efeitos. São Paulo: Editora Livraria da Física; 2005.
- Pannat L. Nuetros ensayos en la restauracion protética del ojo. *Rev Dent Chile*. 1946;38(6):188-202.
- Polyzois GL, Yannikakis SA, Zissis AJ, Demetriou PP. Color changes of denture base materials after disinfection and sterilization immersion. *Int J Prosthodont*. 1997;10(1):83-9.
- Powers JM, Sakaguchi RL. Optical, thermal, and electrical properties. In: Craig RG, editor. *Craig's Restorative Dental Materials*. Saint Louis: Elsevier; 2006. p.149-60.
- Rossa R. Pintura da íris. In: Graziani M. *Prótese maxilo-facial*. 3o ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1982. p.211-12.
- Silva DP, Carvalho JCM. Prótese ocular: estudo preliminar de diferentes tintas para pintura de íris. *Rev Odontol Univ S Paulo*. 1994;8(1):71-6.
- Stewart RE. Plastic artificial eye and restorations program, veteran's administration. *Mil Surg*. 1947;101(5):396-404.
- Travieso MLA, Rivero AVA, Brito BOB. Rehabilitación ocular en niños. *Invest Medicoquir*. 2005;1(7):25-9.
- Vilas-Boas Sousa A, Hernández- Arriaga M, Asin-Llorca F, Escuin-Henar TJ . Prótesis oculo-palpebral. a propósito de um caso clínico. *RCOE*. 2003;8(5):553-6.

# *Apêndices*

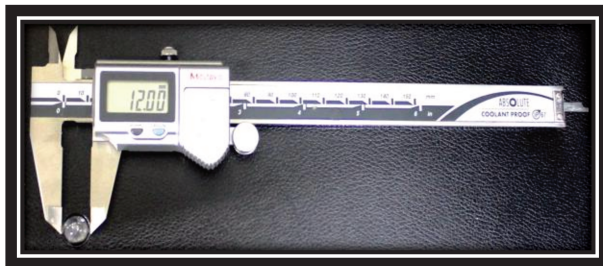
## *Apêndice: Detalhamento da Metodologia*

### *Delineamento Geral da Pesquisa*

Para a realização deste estudo foram utilizados 80 amostras. Cada amostra foi constituída por um modelo confeccionado em resina acrílica para próteses oculares, cor número 2 (Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, Brasil) em formato semilunar simulando a esclera ocular, calota acrílica pré-fabricada incolor com diâmetro padronizado e aferido por paquímetro em 12 mm e discos de acetato preto (Factor 2, Incorporated, AZ, USA) também padronizado em 12 mm de diâmetro para caracterização com tinta a óleo cor Burnt Umber (Van Gogh, Holanda), da cor da íris.



*Disco de acetato preto, calota acrílica incolor, tinta a óleo Van Gogh Burnt Umber.*



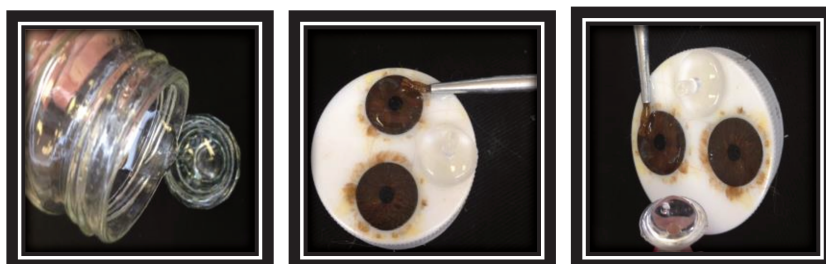
*Paquímetro digital para padronização do diâmetro das calotas acrílicas e disco de acetato em 12mm.*

40 calotas dos grupos **I, III, V, VII**, correspondentes aos grupos com calotas não polidas, foram submetidas ao despolimento usando lixas com granulação 200 e 120 em Politriz APL-4 (Arotec, SP, Brazil), sobre refrigeração por 30 segundos cada calota em cada granulação de lixa.



***Despolimento das calotas com lixas de granulação 120 e 200 em Politriz***

A tinta a óleo foi aplicada nos discos de acetato, no mesmo período, por um único operador, sob as mesmas condições de iluminação, com auxílio de pincel nº 0 (Tigre S.A., Brasil), diluídas em monopoli (mistura de monomero + polímero termoativados a 60°C, durante 20 minutos, na proporção de 6,25:1) para fixação, sendo aguardados 3 minutos entre uma camada e outra, sendo 3 camadas de tinta por disco, selados com monopoli.

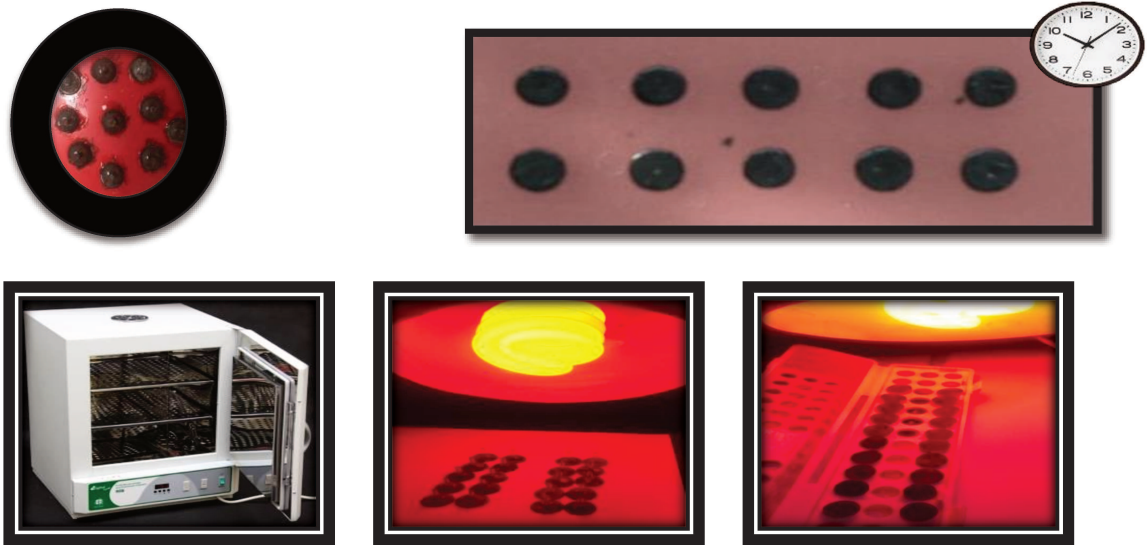


***Monopóli - fluido e pintura de íris em formato raiado***

Cada grupo foi submetido ao método de secagem pré estabelecido, para cada grupo experimental:

- I e II** (24 horas);
- III e IV** (inclusão imediata);
- V e VI** (luz infravermelha por 02 horas);
- VII e VIII** (estufa a 55°C por 06 horas);





*Sequência dos grupos: inclusão imediata, 24 horas, estufa e luz infravermelha*

A base representativa da esclera foi confeccionada primeiramente em gabaritos de cera utilidade número 7 e os botões de íris foram centralizados. Posteriormente foram incluídos em mufla metálica preenchida com gesso pedra tipo III e em seu equador protético. Após a cristalização do gesso, foi aplicado o isolante para gesso no gesso e gabaritos e posicionada a contra mufla para o seu preenchimento com gesso pedra tipo III. Em cada mufla foram incluídas 10 amostras. Após cristalização do gesso da contra mufla, a mufla foi aberta, removido o padrão de cera, lavada com água aquecida para retirar todo e qualquer resquício de cera e gordura existentes; e novamente isolado Cel-lac® (SSwhite Ltda, Rio de Janeiro, Brasil) para inclusão da resina acrílica número 01 (um) auto polimerizável Clássico (Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, Brasil) com os botões da íris pintados respectivos de cada grupo. A mufla foi prensada com  $1,0\text{kgf/cm}^2$  e aguardada o tempo de polimerização conforme a recomendação do fabricante.



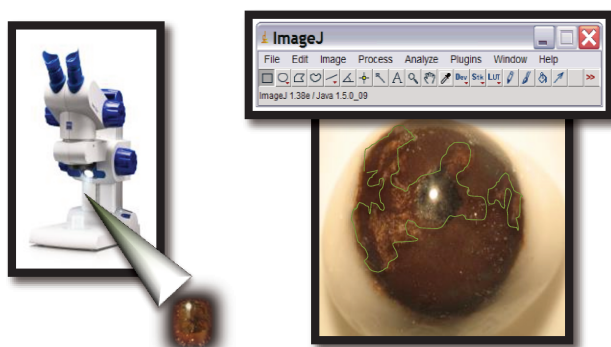
*Amostra com íris centralizada, inclusão em mufla e posicionamento das íris*



***Inclusão da resina acrílica e prensagem***

### ***Análise macroscópica do efeito de espelhamento***

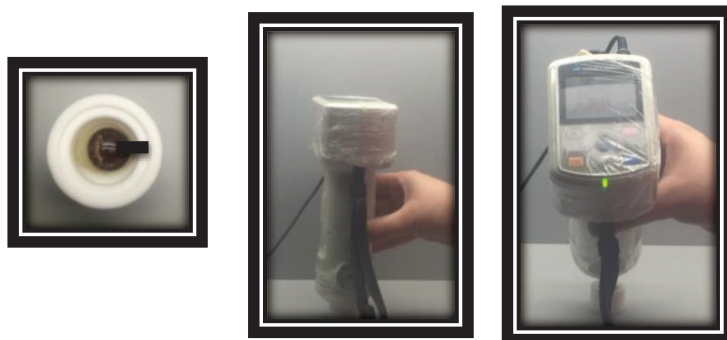
O efeito de espelhamento apresentado pelas amostras, foi analisado quantitativamente, por captura de imagens da superfície pintada, com auxílio de estereomicroscópio (Stemi DV4/DR; Zeiss, Jena, Alemanha) onde a área de comprometimento pelo efeito de espelhamento foi mensurada através do software de processamento de imagens multidimensionais (Image J - open platform for scientific image analysis).



***Captura da imagem com estereomicroscópio e análise quantitativa do espelhamento***

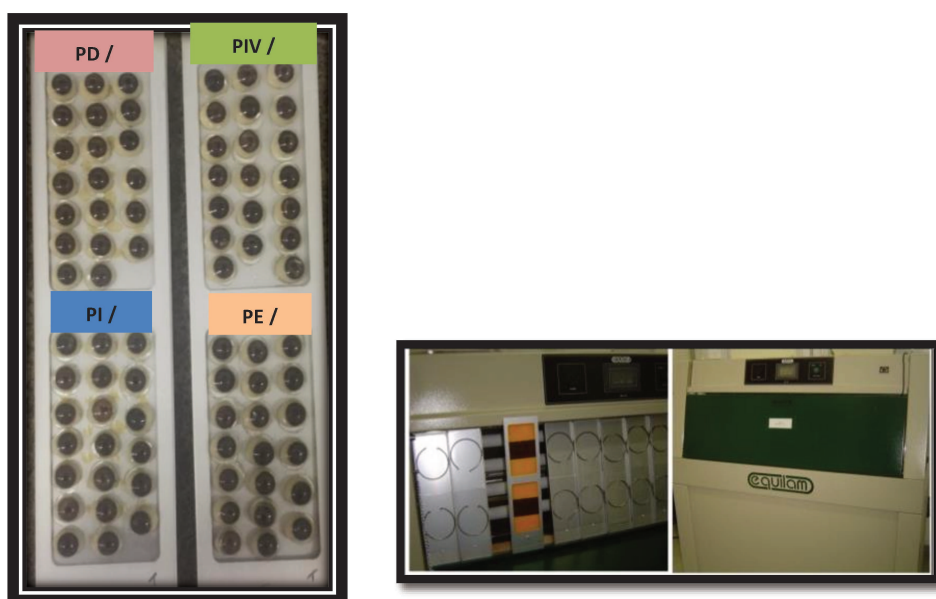
### ***Análise estabilidade cromática***

As amostras foram submetidos a medições iniciais de cor da pintura da íris através do espectrofotômetro de reflexão (Konica Minolta, Sensing Americas, New Jersey, USA), onde todas as amostras foram posicionadas da mesma forma em um dispositivo adaptado no espectrofotômetro para padronizar a área de leitura e para evitar variações de cor.



*Medições iniciais de cor da pintura de íris através do espectrofotômetro de reflexão*

As amostras foram submetidas a testes de envelhecimento em uma câmara de envelhecimento acelerado modelo EQUV-RC (Equilam, Diadema, SP, Brasil) cuja a fonte de radiação são 8 lâmpadas fluorescentes de 40 Watts cada, sendo 4 de um lado da câmara (irradiação UVA), com comprimento de onda de 340 nm e potência de irradiação de 0,47 a 1,60 W/m /nm; e 4 lâmpadas do outro lado da câmara (irradiação UVB) com comprimento de onda de 313 nm e potência de irradiação de 0,47 a 1,20 W/m /nm. As amostras foram coladas com adesivo de silicone 303 (Pulvitec, São Paulo, SP, Brasil) em placa metálica, dispostas de forma sequencial, divididas conforme os grupos e expostas em ciclo alternado de 4h de condensação à  $37 \pm 3^\circ\text{C}$  e 8h de radiação UV (UVA/UVB) à  $40^\circ\text{C}$ , conforme ASTM G53-96 (American Society for Testing Materials Norma 53, Comexim Matérias Primas Ind. Com. Ltda., SP, Brasil), num total de 10 ciclos.



*Amostras coladas em placa metálica para serem posicionadas na Câmara de Envelhecimento Acelerado*

As alterações de croma e luminosidade foram mensuradas com o auxílio do espectrofotômetro de reflexão (Konica Minolta, Sensing Americas, New Jersey, USA), com as alterações de cor calculadas através do Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ .



*Medições finais de cor da pintura de íris através do espectrofotômetro de reflexão*

## Apêndice 2

Tabela representativa dos valores da área de efeito de espelhamento da pintura de iris em mm<sup>2</sup> das calotas polidas e não polidas em diferentes técnicas de secagem, onde as médias foram utilizadas para análise estatística do artigo do Capítulo 1.

| SEM POLIMENTO |        |           |        | COM POLIMENTO |        |           |        |
|---------------|--------|-----------|--------|---------------|--------|-----------|--------|
| 24HORAS       | ESTUFA | INFRAVERM | IMED.  | 24HORAS       | ESTUFA | INFRAVERM | IMED.  |
| 21.390        | 47.192 | 30.218    | 35.688 | 14.833        | 44.517 | 15.079    | 15.370 |
| 1.802         | 55.202 | 10.691    | 31.189 | 12.990        | 36.922 | 22.874    | 6.480  |
| 7.885         | 18.688 | 4.545     | 34.336 | 9.118         | 7.898  | 14.951    | 30.284 |
| 2.392         | 29.422 | 31.974    | 40.041 | 25.956        | 14.680 | 3.047     | 15.296 |
| 10.914        | 6.236  | 18.362    | 22.565 | 27.162        | 19.099 | 27.399    | 25.128 |
| 2.671         | 24.144 | 30.749    | 33.459 | 13.843        | 21.756 | 25.027    | 35.589 |
| 29.148        | 16.829 | 18.775    | 31.390 | 14.430        | 11.679 | 21.420    | 28.644 |
| 32.547        | 14.562 | 7.099     | 29.610 | 2.579         | 20.280 | 20.535    | 19.307 |
| 8.071         | 22.592 | 21.443    | 23.341 | 8.286         | 19.446 | 10.986    | 26.118 |
| 10.215        | 36.274 | 19.420    | 24.420 | 6.481         | 4.770  | 32.418    | 23.045 |
| 12.704        | 27.114 | 19.328    | 30.604 | 13.568        | 20.105 | 19.374    | 22.526 |

\*\*A linha destacada representa a média geral.

## Apêndice 3

**Tabela representativa dos valores mensurados com espectrofotômetro de \*L a b - Antes e Depois de submetidos a teste de envelhecimento de  $\Delta L$ ,  $\Delta a$  e  $\Delta b$  das calotas polidas e não polidas em diferentes técnicas de secagem, onde  $\Delta Lab$  foi utilizado na análise estatística do artigo do Capítulo 2.**

| GRUPO | POL. CALOTA | TEC. SEC. | C.P | L     | a    | b    | L (depois) | a    | b    | $\Delta Lab$ | $\Delta L$ | $\Delta a$ | $\Delta b$ |
|-------|-------------|-----------|-----|-------|------|------|------------|------|------|--------------|------------|------------|------------|
| 1     | 1           | 1         | 1   | 25,07 | 2,68 | 2,32 | 24,55      | 1,97 | 1,55 | 1,1788       | -0,52      | -0,71      | -0,77      |
|       |             |           | 2   | 28,99 | 5,03 | 5,44 | 26,59      | 3,33 | 3,57 | 2,9611       | -2,4       | -1,7       | -1,87      |
|       |             |           | 3   | 27,9  | 4,8  | 4,72 | 28,6       | 5,2  | 5,62 | 0,9593       | 0,7        | 0,4        | 0,9        |
|       |             |           | 4   | 26,34 | 4,1  | 3,71 | 27,17      | 4,45 | 4,45 | 0,9343       | 0,83       | 0,35       | 0,74       |
|       |             |           | 5   | 25,22 | 2,13 | 1,94 | 26,18      | 2,59 | 2,56 | 1,0549       | 0,96       | 0,46       | 0,62       |
|       |             |           | 6   | 25,3  | 2,48 | 2,1  | 29,25      | 6,75 | 6,2  | 6,3102       | 3,95       | 4,27       | 4,1        |
|       |             |           | 7   | 25,65 | 3,82 | 3,41 | 26,22      | 5,01 | 4,88 | 1,7677       | 0,57       | 1,19       | 1,47       |
|       |             |           | 8   | 27,32 | 4,46 | 4,07 | 27,32      | 4,22 | 4,06 | 0,2846       | 0          | -0,24      | -0,01      |
|       |             |           | 9   | 26,76 | 4,84 | 5,2  | 26,18      | 4,31 | 4,48 | 0,8917       | -0,58      | -0,53      | -0,72      |
|       |             |           | 10  | 26,57 | 4,48 | 4,34 | 26,93      | 4,2  | 4,38 | 0,4357       | 0,36       | -0,28      | 0,04       |
| 2     | 1           | 2         | 1   | 28    | 4,01 | 3,82 | 27,02      | 3,4  | 3,33 | 1,0877       | -0,98      | -0,61      | -0,49      |
|       |             |           | 2   | 30,74 | 1,85 | 1,98 | 34,87      | 2,68 | 4,19 | 3,9356       | 4,13       | 0,83       | 2,21       |
|       |             |           | 3   | 27,52 | 4,74 | 4,35 | 27,9       | 3,43 | 2,4  | 2,1606       | 0,38       | -1,31      | -1,95      |
|       |             |           | 4   | 31,47 | 2,99 | 3,23 | 32,63      | 2,27 | 3,37 | 1,3344       | 1,16       | -0,72      | 0,14       |
|       |             |           | 5   | 27,94 | 4,73 | 5,07 | 26,85      | 3,19 | 3,36 | 2,3122       | -1,09      | -1,54      | -1,71      |
|       |             |           | 6   | 27,37 | 3,4  | 4,38 | 25,02      | 2,54 | 2,37 | 2,6149       | -2,35      | -0,86      | -2,01      |
|       |             |           | 7   | 25,36 | 2,09 | 2,41 | 26,79      | 2,89 | 3,89 | 1,8938       | 1,43       | 0,8        | 1,48       |
|       |             |           | 8   | 27,1  | 4,86 | 4,16 | 27,77      | 5,81 | 5,81 | 1,6507       | 0,67       | 0,95       | 1,65       |
|       |             |           | 9   | 27,67 | 3,86 | 3,94 | 26,33      | 2,03 | 2,52 | 2,6838       | -1,34      | -1,83      | -1,42      |
|       |             |           | 10  | 28,7  | 4,32 | 4,51 | 29,33      | 2,43 | 2,77 | 2,6431       | 0,63       | -1,89      | -1,74      |
| 3     | 1           | 3         | 1   | 26,87 | 1,64 | 2,42 | 26,98      | 2,01 | 3,23 | 0,8415       | 0,11       | 0,37       | 0,81       |
|       |             |           | 2   | 31,45 | 3,57 | 4,44 | 33,49      | 3,27 | 5,31 | 1,8584       | 2,04       | -0,3       | 0,87       |
|       |             |           | 3   | 32,07 | 3,89 | 4,46 | 31,21      | 4,44 | 5,42 | 1,1598       | -0,86      | 0,55       | 0,96       |
|       |             |           | 4   | 33,43 | 1,86 | 2,01 | 30,73      | 3,28 | 3,84 | 3,1477       | -2,7       | 1,42       | 1,83       |
|       |             |           | 5   | 28,05 | 4,41 | 4,63 | 27,67      | 5,03 | 5,41 | 0,9192       | -0,38      | 0,62       | 0,78       |

continua

| continuação |             |           |     |       |      |      |            |      |      |         |       |       |       |
|-------------|-------------|-----------|-----|-------|------|------|------------|------|------|---------|-------|-------|-------|
| GRUPO       | POL. CALOTA | TEC. SEC. | C.P | L     | a    | b    | L (depois) | a    | b    | ΔLab    | ΔL    | Δa    | Δb    |
| 4           | 1           | 4         | 6   | 26,23 | 3,65 | 3,47 | 25,6       | 3,27 | 3,17 | 0,6862  | -0,63 | -0,38 | -0,3  |
|             |             |           | 7   | 27,22 | 3,81 | 3,79 | 27,47      | 3,96 | 4,06 | 0,3303  | 0,25  | 0,15  | 0,27  |
|             |             |           | 8   | 26,95 | 4,13 | 4,32 | 25,49      | 4,05 | 4,88 | 1,1959  | -1,46 | -0,08 | 0,56  |
|             |             |           | 9   | 25,77 | 2,18 | 2,8  | 46,14      | 1,98 | 3,02 | 16,9682 | 20,37 | -0,2  | 0,22  |
|             |             |           | 10  | 33,65 | 2,51 | 2,99 | 31,38      | 3,67 | 5,16 | 2,8417  | -2,27 | 1,16  | 2,17  |
|             |             |           | 1   | 26,03 | 1,52 | 1,63 | 31,65      | 3,52 | 4,37 | 5,4357  | 5,62  | 2     | 2,74  |
|             |             |           | 2   | 26,5  | 1,53 | 1,52 | 26,5       | 0,64 | 0,95 | 1,3352  | 0     | -0,89 | -0,57 |
|             |             |           | 3   | 26,54 | 3,07 | 2,91 | 27,14      | 1,8  | 2,49 | 1,721   | 0,6   | -1,27 | -0,42 |
|             |             |           | 4   | 39,35 | 0,69 | 1,17 | 38,36      | 0,39 | 2,22 | 1,3895  | -0,99 | -0,3  | 1,05  |
|             |             |           | 5   | 37,86 | 1,57 | 2,14 | 36,13      | 0,64 | 1,98 | 1,9641  | -1,73 | -0,93 | -0,16 |
| 5           | 2           | 1         | 6   | 31,43 | 3,26 | 5,3  | 31,57      | 3,49 | 6,22 | 0,7638  | 0,14  | 0,23  | 0,92  |
|             |             |           | 7   | 28,23 | 4,57 | 5,4  | 31,62      | 6,09 | 7,79 | 3,4597  | 3,39  | 1,52  | 2,39  |
|             |             |           | 8   | 31,75 | 3,46 | 4,51 | 29,39      | 2,28 | 2,99 | 2,6116  | -2,36 | -1,18 | -1,52 |
|             |             |           | 9   | 28,65 | 4,31 | 5,28 | 29,33      | 4,51 | 5,88 | 0,725   | 0,68  | 0,2   | 0,6   |
|             |             |           | 10  | 34,52 | 2,03 | 2,3  | 35,9       | 1,77 | 4,05 | 2,0046  | 1,38  | -0,26 | 1,75  |
|             |             |           | 1   | 26,85 | 5,25 | 5,07 | 27,05      | 4,7  | 4,53 | 0,719   | 0,2   | -0,55 | -0,54 |
|             |             |           | 2   | 27,19 | 3,13 | 3,4  | 26,3       | 2,6  | 2,91 | 1,0038  | -0,89 | -0,53 | -0,49 |
|             |             |           | 3   | 28,72 | 3,01 | 4    | 28,89      | 3,25 | 4,8  | 0,715   | 0,17  | 0,24  | 0,8   |
|             |             |           | 4   | 29,9  | 5,52 | 6,22 | 29,76      | 5,42 | 6,52 | 0,3174  | -0,14 | -0,1  | 0,3   |
|             |             |           | 5   | 26,42 | 3,55 | 3,74 | 27,32      | 3,43 | 3,67 | 0,6882  | 0,9   | -0,12 | -0,07 |
| 6           | 2           | 2         | 6   | 28,83 | 3,46 | 4,39 | 29,84      | 3,87 | 5,08 | 1,0441  | 1,01  | 0,41  | 0,69  |
|             |             |           | 7   | 27,98 | 3,39 | 4,03 | 27,37      | 3,91 | 4,48 | 0,8278  | -0,61 | 0,52  | 0,45  |
|             |             |           | 8   | 25,62 | 3,22 | 2,78 | 25,79      | 3,42 | 3,65 | 0,7904  | 0,17  | 0,2   | 0,87  |
|             |             |           | 9   | 25,3  | 2,38 | 2,33 | 25,45      | 3,14 | 3,05 | 1,1084  | 0,15  | 0,76  | 0,72  |
|             |             |           | 10  | 26,95 | 4,08 | 2,15 | 27,38      | 4,33 | 4,48 | 2,0619  | 0,43  | 0,25  | 2,33  |
|             |             |           | 1   | 31,11 | 1,43 | 2,14 | 32,37      | 1,29 | 2,81 | 1,195   | 1,26  | -0,14 | 0,67  |
|             |             |           | 2   | 29,46 | 5,61 | 6,75 | 29,24      | 5,76 | 6,75 | 0,2404  | -0,22 | 0,15  | 0     |
|             |             |           | 3   | 34,79 | 1,13 | 1,4  | 36,46      | 0,67 | 2,11 | 1,6893  | 1,67  | -0,46 | 0,71  |
|             |             |           | 4   | 30,4  | 2,43 | 3,15 | 27,87      | 2,67 | 3,7  | 2,0111  | -2,53 | 0,24  | 0,55  |
|             |             |           | 5   | 24,52 | 1,51 | 1,19 | 25,64      | 2,12 | 2,25 | 1,4812  | 1,12  | 0,61  | 1,06  |
|             |             |           | 6   | 25,28 | 2,25 | 1,75 | 27         | 3,71 | 3,3  | 2,5267  | 1,72  | 1,46  | 1,55  |
|             |             |           | 7   | 26,39 | 2,23 | 2,11 | 25         | 2,53 | 2,37 | 1,1125  | -1,39 | 0,3   | 0,26  |

continua

|       |             |           |     |       |      |      |            |       |       |              |            | conclusão  |            |
|-------|-------------|-----------|-----|-------|------|------|------------|-------|-------|--------------|------------|------------|------------|
| GRUPO | POL. CALOTA | TEC. SEC. | C.P | L     | a    | b    | L (depois) | a     | b     | $\Delta$ Lab | $\Delta$ L | $\Delta$ a | $\Delta$ b |
| 7     | 2           | 3         | 8   | 24,95 | 4,35 | 4,36 | 27,86      | 4,54  | 4,3   | 2,1726       | 2,91       | 0,19       | -0,06      |
|       |             |           | 9   | 29,79 | 4,24 | 4,37 | 34,86      | 4,6   | 5,08  | 4,0884       | 5,07       | 0,36       | 0,71       |
|       |             |           | 10  | 36,07 | 3,5  | 6,33 | 35,53      | 12,32 | 14,15 | 9,06         | -0,54      | 8,82       | 7,82       |
|       |             |           | 1   | 36,44 | 1,19 | 2,23 | 38,17      | 1,25  | 3,75  | 1,9951       | 1,73       | 0,06       | 1,52       |
|       |             |           | 2   | 27,95 | 2,33 | 2,82 | 28,76      | 2,67  | 3,65  | 1,0162       | 0,81       | 0,34       | 0,83       |
|       |             |           | 3   | 28,91 | 3,03 | 3,02 | 31,8       | 2,25  | 2,99  | 2,4622       | 2,89       | -0,78      | -0,03      |
|       |             |           | 4   | 26,86 | 3,99 | 4,22 | 27,07      | 4,27  | 4,39  | 0,3763       | 0,21       | 0,28       | 0,17       |
|       |             |           | 5   | 25,57 | 2,55 | 3,59 | 27,16      | 4,65  | 5,39  | 3,0151       | 1,59       | 2,1        | 1,8        |
|       |             |           | 6   | 24,2  | 0,97 | 0,83 | 25,02      | 1,08  | 1,2   | 0,7075       | 0,82       | 0,11       | 0,37       |
|       |             |           | 7   | 25,49 | 1,19 | 1,22 | 26,07      | 1,24  | 1,46  | 0,4874       | 0,58       | 0,05       | 0,24       |
| 8     | 2           | 4         | 8   | 26,24 | 4,26 | 4    | 33,58      | 5,32  | 6,85  | 6,1741       | 7,34       | 1,06       | 2,85       |
|       |             |           | 9   | 27,85 | 2,58 | 2,27 | 30,91      | 3,81  | 4,27  | 3,2047       | 3,06       | 1,23       | 2          |
|       |             |           | 10  | 33,35 | 4,94 | 6,17 | 35,41      | 4,49  | 7     | 1,9407       | 2,06       | -0,45      | 0,83       |
|       |             |           | 1   | 25,29 | 2,64 | 2,42 | 25,34      | 2,77  | 2,6   | 0,2227       | 0,05       | 0,13       | 0,18       |
|       |             |           | 2   | 28,39 | 5,86 | 6,42 | 26,74      | 5     | 5,31  | 1,7071       | -1,65      | -0,86      | -1,11      |
|       |             |           | 3   | 29,39 | 7,4  | 7,46 | 30,39      | 8,18  | 7,91  | 1,096        | 1          | 0,78       | 0,45       |
|       |             |           | 4   | 23,83 | 0,8  | 0,54 | 24,62      | 1,46  | 1,84  | 1,6099       | 0,79       | 0,66       | 1,3        |
|       |             |           | 5   | 25,94 | 2,19 | 2,64 | 25,09      | 2,9   | 3,83  | 1,449        | -0,85      | 0,71       | 1,19       |
|       |             |           | 6   | 25,27 | 1,61 | 1,46 | 25,59      | 1,47  | 1,9   | 0,5264       | 0,32       | -0,14      | 0,44       |
|       |             |           | 7   | 27,83 | 4,73 | 5,4  | 28,49      | 5,08  | 5,81  | 0,6855       | 0,66       | 0,35       | 0,41       |
|       |             |           | 8   | 28,62 | 1,79 | 1,84 | 28,99      | 1,58  | 2,71  | 0,9251       | 0,37       | -0,21      | 0,87       |
|       |             |           | 9   | 24,8  | 1,96 | 2,4  | 25,24      | 1,68  | 1,95  | 0,6227       | 0,44       | -0,28      | -0,45      |
|       |             |           | 10  | 38,27 | 0,92 | 1,78 | 40,66      | 1,1   | 2,77  | 2,2815       | 2,39       | 0,18       | 0,99       |



# Anexo 1

## Comprovante da submissão dos artigos – Capítulo 1 e 2




Thais Christina Souza Emídio▼ | My Journals ▼ | Log Out

[Home](#) | [Reports](#)

### My Author Tasks

[Start New Submission](#)
[Click here to view your submissions with a final decision](#)

### My Submissions with Journal (2)

|                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>The interference of cap polishing and the method of drying the ink on the colour stability of the iris of the ocular prostheses</p> <p><b>Current status:</b> With Editor ⓘ (15/Feb/2018)</p> | <p>CLAE_2018_42</p> <p><b>Editor-in-Chief:</b> Shehzad Naroo</p> <p><b>Article Type:</b> Full Length Article</p> <p><b>Initial submission :</b> 15/Feb/2018</p>   |
| <p>The interference of cap polishing and the method of drying the ink in the mirroring of the irises of ocular prostheses</p> <p><b>Current status:</b> With Editor ⓘ (09/Feb/2018)</p>          | <p>CLAE_2018_32</p> <p><b>Associate Editor:</b> Robin Chalmers</p> <p><b>Article Type:</b> Full Length Article</p> <p><b>Initial submission :</b> 31/Jan/2018</p> |