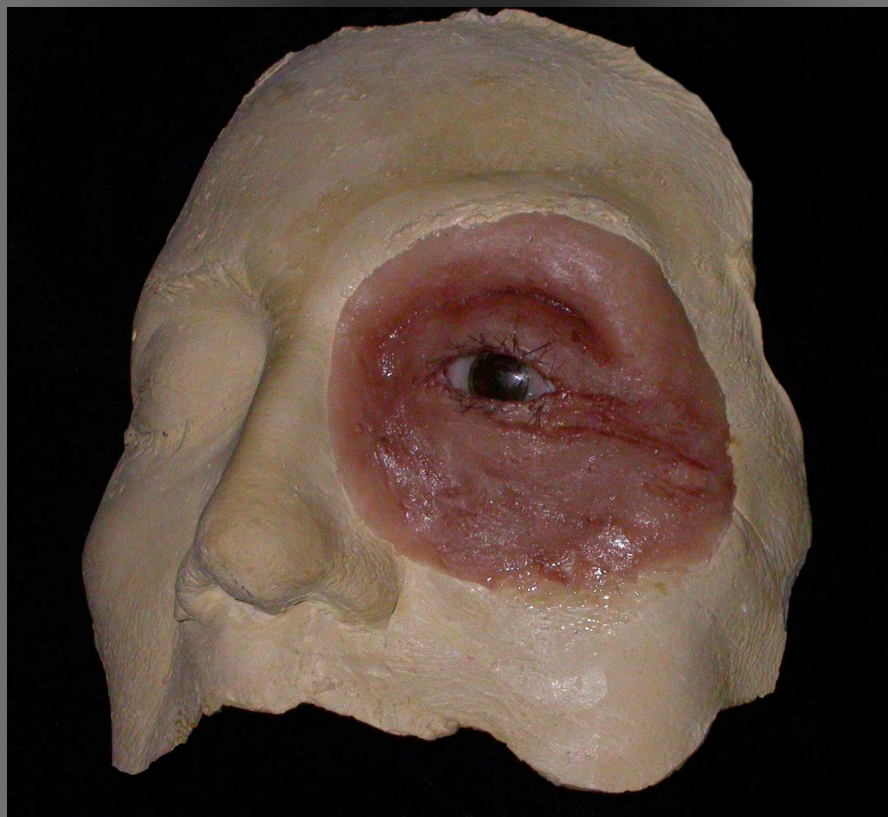


**DANIELA MICHELINE DOS SANTOS**

**INFLUÊNCIA DO INTEMPERISMO NATURAL OU INDUZIDO  
SOBRE A ESTABILIDADE CROMÁTICA DE PRÓTESES  
FACIAIS, EM FUNÇÃO DO MATERIAL DE CONFECÇÃO E DA  
PIGMENTAÇÃO**



Araçatuba

2008

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**DANIELA MICHELINE DOS SANTOS**

**INFLUÊNCIA DO INTEMPERISMO NATURAL OU INDUZIDO SOBRE A ESTABILIDADE  
CROMÁTICA DE PRÓTESES FACIAIS, EM FUNÇÃO DO MATERIAL DE CONFECÇÃO  
E DA PIGMENTAÇÃO**

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

Orientador Prof. Adj. Marcelo Coelho Goiato

Araçatuba

2008



Catálogo-na-Publicação

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

S237i Santos, Daniela Micheline dos  
Influência do intemperismo natural ou induzido sobre a estabilidade cromática de próteses faciais, em função do material de confecção e da pigmentação / Daniela Micheline dos Santos. - Araçatuba : [s.n.], 2008  
120 f. : il. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia, Araçatuba, 2007  
Orientador: Prof. Dr. Marcelo Coelho Goiato

1. Prótese maxilofacial 2. Silicone 3. Resinas acrílicas  
4. Pigmentação em prótese

Black D3  
CDD 617.69

---

## *DADOS CURRICULARES*

DANIELA MICHELINE DOS SANTOS

NASCIMENTO 21/09/1978 – SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA – GO

FILIAÇÃO Maria das Graças Santos  
Fernando Eustáquio dos Santos

2000/2005 Graduação  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

2007 Curso de Aperfeiçoamento Fundamentos de Prótese  
sobre Implante (Teórico/Prático)  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP

2006/2008 Obtenção dos créditos referentes ao Curso de Pós-  
Graduação em Odontologia, área de Prótese Dentária,  
em nível de Mestrado  
Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP.

---

*DEDICATÓRIA*



---

*“O futuro pertence aqueles que acreditam na  
beleza dos seus sonhos”*

*Eleanor Roosevelt*

A Deus, por guiar meus passos e tornar meus sonhos realidade.

A minha família, por todo amor e carinho.

Ao meu orientador, que me ensinou entre erros e acertos que o céu não  
é o limite, e que sempre haverá algo a se aprender, pois temos uma  
infinita capacidade de transformação.

Aos meus amigos que são os meus raios de sol quando tudo é  
tempestade.


---

*AGRADECIMENTOS*


*ESPECIAIS*









A Deus por permitir que eu chegasse até aqui, iluminando e abençoando  
minha caminhada.





Aos meus queridos pais e irmãos, por entenderem minha ausência e continuarem me apoiando, mesmo à distância, sempre com a esperança que o tempo proporcione melhores momentos no futuro.



---


*“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende*

*o que ensina”*


*Cora Coralina*


Ao meu orientador, Marcelo Coelho Goiato, que nos ensinamentos da vida também foi meu Mestre. Com seus exemplos, ensinou-me os valores reais de dignidade, honestidade, compreensão, respeito, paciência, dedicação e humildade. Com ele, aprendi ainda a ser mais humana, perseverante e justa. Em toda essa jornada acreditou em mim, fazendo-me fruto de sua confiança. A você, professor, devo boa parte de tudo que sou hoje. Muito obrigada por tudo o que você é e por tudo o que você fez na minha vida.

---




Aos queridos amigos *Aline Úrsula e Aldiéris*, pelo estímulo e auxílio imensurável do início ao término da construção desta dissertação, pessoas admiráveis, sempre dispostas a me ajudar em todos os momentos. Muito obrigada por tudo!





A Fapesp, que me acompanha desde os meus primeiros passos na  
iniciação científica, trilhando a minha estrada para o caminho da  
ciência.



*AGRADECIMENTOS*



---

*“O valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade que elas acontecem. Por isso, existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”*

*Fernando Pessoa*

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

Aos pacientes, fonte de tanta busca e de tanto aprendizado.

Aos professores membros da Comissão Julgadora, Alicio Rosalino Garcia e Mário Alexandre Coelho Sinhoreti que, com toda experiência e conhecimento, contribuíram e enriqueceram muito este trabalho.

---

---

Aos Coordenadores do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Professor Wilson Roberto Poi e Idelmo Rangel Garcia Júnior, por incentivar os alunos e acreditar nos futuros pesquisadores.

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

Aos professores do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, pela motivação e carinho com que me trataram desde a graduação.

Ao professor Ricardo Coelho Okida, do Departamento de Odontologia Restauradora da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, pelo incentivo, confiança, oportunidades oferecidas e exemplo profissional.

---



---

À professora Maria Lucia Marçal Mazza Sundefeld, da Disciplina de Bioestatística e Informática Aplicadas à Odontologia, do Departamento de Odontologia Infantil e Social da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, Campus de Araçatuba/SP, pela análise estatística deste trabalho.

A estagiária Amália Moreno, pelo carinho e prontidão a ajudar sempre que necessário.

Aos técnicos Ana Lúcia, Ana Marcelina, Carlos Alberto, Eduardo, Jânder, José Baleeiro, Sérgio Augusto, Marcão e à secretária Maria Lúcia, do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, por estarem sempre dispostos a auxiliar. Agradeço pela paciência, atenção e dedicação que a mim foram dadas.

Aos professores, técnicos, estagiários e voluntários do Centro Oncológico Bucal da Faculdade de Odontologia de Araçatuba - UNESP, pela convivência gratificante durante todo esse percurso.

---

---

Aos porteiros Dário e Wilian, pelo companheirismo nos finais de semana na faculdade; e ao Viana e Sr. Pires, que tinham a grande responsabilidade de me acordar de madrugada para que eu pudesse desligar o alarme da máquina de envelhecimento acelerado.

Aos meus grandes amigos Aldiéris, Aline Úrsula, Aline Satie, Ana Kelly, André, Bruninha, Naty's, Douglas, Josiene, Simone, Paulinha e Valentim pelos ombros amigos, pela presença constante, nos momentos de alegria e naqueles em que eu fraquejava. Muito obrigada!

A amiga Rosse Mary, por dividir comigo os momentos finais desta jornada, oferecendo-me apoio e palavras motivadoras, para que finalizássemos juntas o curso de mestrado.

As queridas amigas do pensionato, que não poupavam esforços para me fazer rir todos os dias.

---

---

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

A Artigos Odontológicos Clássico Ltda., por conceder parte do  
material utilizado neste estudo.

Às demais pessoas que contribuíram ou participaram direta ou  
indiretamente da elaboração deste trabalho e que, por ventura, eu  
tenha me esquecido de agradecer.

---

*“Bom mesmo é ir à luta com  
determinação, abraçar a vida e  
viver com paixão, perder com classe  
e viver com ousadia; pois o triunfo  
pertence a quem se atreve, e a vida é  
muito bela para ser insignificante”*

*Charles Chaplin*



# *RESUMO*



---

SANTOS DM. Influência do intemperismo natural ou induzido sobre a estabilidade cromática de próteses faciais, em função do material de confecção e da pigmentação [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2008.

## *RESUMO*

O maior problema enfrentado pelo protesista bucomaxilofacial é reproduzir a cor exata da pele do paciente, proporcionando uma estética agradável. Para alcançar este objetivo, o profissional deve ter materiais que possibilitem uma fácil caracterização, mantendo por um longo período de tempo a cor obtida. O propósito do presente estudo foi avaliar a estabilidade de cor de resinas acrílicas (Rapidaflex, Lentaflex e Resina Acrílica Termopolimerizável incolor e pigmentada) e de um silicone (Silastic MDX4-4210 incolor e com pigmentação) utilizados na confecção de próteses faciais, submetidos ao intemperismo natural ou artificial. Foram confeccionados 120 corpos-de-prova distribuídos em doze grupos. Metade dos corpos-de-prova foram submetidos ao envelhecimento natural por 180 dias, e a outra metade ao envelhecimento acelerado por 1008 horas. A alteração cromática dos corpos-de-prova foi verificada por meio da análise visual e da espectrofotometria de reflexão (Shimadzu, Kyoto, Japão). Os resultados foram submetidos à análise estatística pelos testes de Variância (ANOVA) de dois fatores e Tukey, com significância de 5%.

---

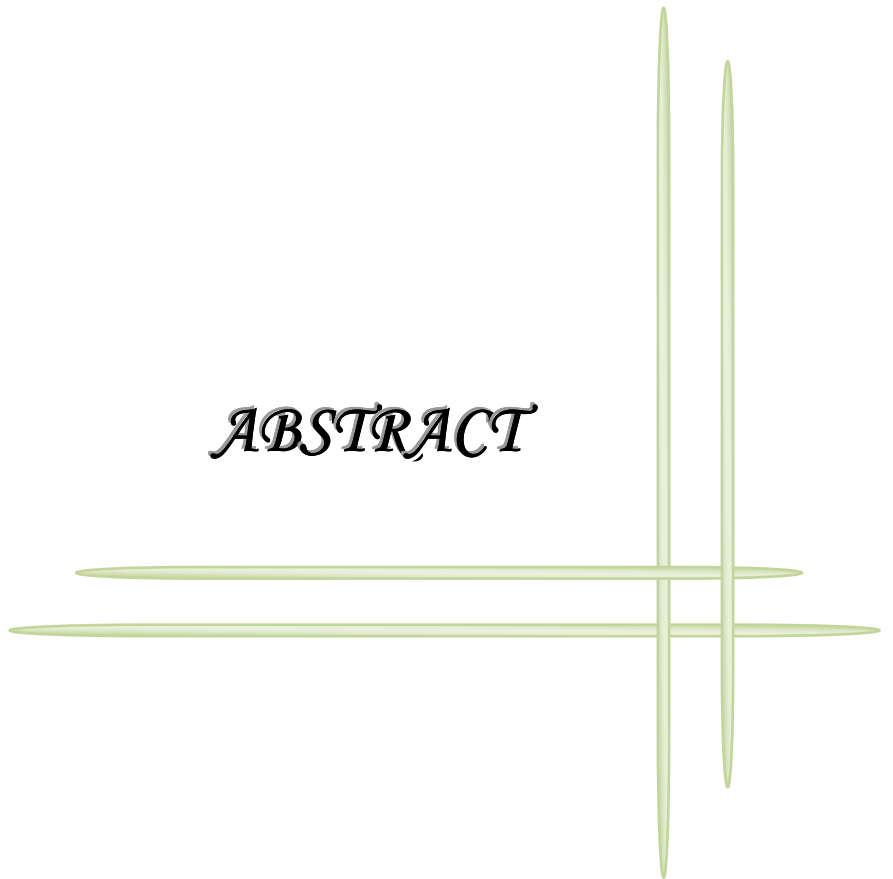
---

Pode-se observar pela análise espectrofotométrica e visual que, independente do tipo de envelhecimento, ocorreu alteração de cor, estatisticamente significativa, entre alguns materiais. Os corpos-de-prova submetidos ao envelhecimento natural apresentaram maiores valores de alteração de cor do que aqueles submetidos ao envelhecimento acelerado. Todos os materiais sofreram alteração cromática pela influência da exposição ao meio ambiente ou pela ação do envelhecimento acelerado.

Palavras-chave: Prótese maxilofacial; Silicone; Resinas acrílicas;  
Pigmentação em prótese.

---

*ABSTRACT*






---

SANTOS DM. Influence of the natural or induced weathering on the chromatic stability of facial prostheses, in function to the confection material and the pigmentation [dissertation]. Araçatuba: UNESP - São Paulo State University; 2008.

## *ABSTRACT*


The great problem that confronts the maxillofacial prosthodontist is reproduces the accurate color of the patient's skin, providing a satisfactory esthetic. Attempt to reach this purpose; the clinician should have materials to make an easy characterization, keeping the color by the time. The aim of this study was to evaluate the color stability of acrylic resins (Rapidaflex, Lentaflex and heat-cured colorless and pigmented acrylic resins) and a silicone (colorless and pigmented Silastic MDX4-4210) used to the confection of facial prostheses, submitted to natural or artificial weathering. 120 samples were made and distributed in twelve groups. 60 samples were submitted to the natural aging by 180 days, and the other half were submitted to the accelerated aging by 1008 hours. The chromatic differences were verified by means of the visual analysis and reflection spectrophotometer (Shimadzu, Kyoto, Japan). The results were analyzed by two-way analysis of variance (ANOVA) and Tukey tests ( $P < 0,05$ ). Color changes, between some materials, were observed by spectrophotometer and visual analysis, independently of the type of aging; it was statistically

---



significant. The samples submitted to the natural aging showed higher values than the samples submitted to the accelerated aging. All materials suffered chromatic differences because to the environment exposure or the accelerated aging.

Keywords: Maxillofacial prosthesis; Silicone; Acrylic resins; Pigmentation  
in prosthesis



# *LISTAS E SUMÁRIO*



---

## *LISTA DE FIGURAS*

<b>Figura 1 -</b>	Resinas acrílicas Lentaflex e Termopolimerizável incolor (A.O.Clássico Ltda, Brasil).....	<b>100</b>
<b>Figura 2 -</b>	Resina acrílica Rapidaflex (A.O.Clássico Ltda, Brasil).....	<b>100</b>
<b>Figura 3 -</b>	Silicone Silastic MDX4-4210 (Dow Corning, USA)...	<b>101</b>
<b>Figura 4 -</b>	Pigmentos utilizados para caracterização dos materiais incolores.....	<b>101</b>
<b>Figura 5 -</b>	Matriz metálica e discos de resina acrílica autopolimerizável JET (A.O.Clássico Ltda, Brasil) para obtenção dos moldes em mufla.....	<b>102</b>
<b>Figura 6 -</b>	Moldes em gesso ortodôntico para preenchimento com silicone Silastic, em mufla para microondas.....	<b>102</b>
<b>Figura 7 -</b>	Moldes em silicone laboratorial para preenchimento com resinas acrílicas, em mufla para microondas.....	<b>103</b>
<b>Figura 8 -</b>	Politriz automática APL-4 (Arotec, Brasil).....	<b>103</b>
<b>Figura 9 -</b>	Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Japão).....	<b>104</b>
<b>Figura 10 -</b>	Corpos-de-prova submetidos ao envelhecimento natural. (A) Resina acrílica Lentaflex, (B) Resina acrílica Rapidaflex, (C) Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, (D) Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, (E) Silastic MDX4-4210 incolor, (F) Silastic MDX4-4210 pigmentado.....	<b>104</b>

---

<b>Figura 11 -</b>	Corpos-de-prova antes e após 90 e 180 dias de envelhecimento natural. (A) Resina acrílica Rapidaflex, (B) Resina acrílica Lentaflex, (C) Resina acrílica Termopolimerizável incolor, (D) Resina acrílica Termopolimerizável pigmentada, (E) Silastic MDX4-4210 incolor, (F) Silastic MDX4-4210 pigmentado.....	<b>105</b>
<b>Figura 12 -</b>	Corpos-de-prova fixados em placas metálicas para o processo de envelhecimento acelerado. (A) Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, (B) Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, (C) Silastic MDX4-4210 pigmentado, (D) Silastic MDX4-4210 incolor, (E) Resina acrílica Lentaflex, (F) Resina acrílica Rapidaflex.....	<b>106</b>
<b>Figura 13 -</b>	Câmara de envelhecimento acelerado para não-metálicos (Equilam, Brasil).....	<b>107</b>
<b>Figura 14 -</b>	Corpos-de-prova antes e após o envelhecimento acelerado de 252, 504 e 1008 horas. (A) Resina acrílica Rapidaflex, (B) Resina acrílica Lentaflex, (C) Resina acrílica Termopolimerizável incolor, (D) Resina acrílica Termopolimerizável pigmentada, (E) Silastic MDX4-4210 incolor, (F) Silastic MDX4-4210 pigmentado.....	<b>108</b>

---

## *LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS*

et al.	= e colaboradores
mm	= milímetro (unidade de medida equivalente a $10^{-3}$ m)
cm	= centímetro (unidade de medida equivalente a $10^{-2}$ m)
g	= grama (o grama)
$\mu$ m	= micrometro
W	= Watt
Ind. Com. Ltda.	= Indústria e Comércio Limitada
ml	= mililitro (unidade de medida equivalente a $10^{-3}$ L)
n <sup>o</sup>	= número
%	= porcentagem
kgF	= quilograma força
UV	= radiação ultravioleta
UVB	= radiação ultravioleta B
RJ	= Rio de Janeiro
SP	= São Paulo
$\Delta$ E	= unidade de alteração cromática

---

---

## *LISTA DE TABELAS*

### **CAPÍTULO 1**

<b>Tabela 1-</b>	Nome comercial, número do lote, composição, processo de polimerização e fabricante dos materiais avaliados.....	<b>43</b>
<b>Tabela 2-</b>	Sistemas de coloração dos materiais incolores.....	<b>45</b>
<b>Tabela 3-</b>	Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova para cada material e período de envelhecimento natural proposto.....	<b>49</b>
<b>Tabela 4 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Rapidaflex, submetidos à ação do envelhecimento natural.....	<b>109</b>
<b>Tabela 5 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Lentaflex, submetidos à ação do envelhecimento natural.....	<b>110</b>
<b>Tabela 6 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 incolor, submetidos à ação do envelhecimento natural.....	<b>111</b>
<b>Tabela 7 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 pigmentado, submetidos à ação do envelhecimento natural.....	<b>112</b>
<b>Tabela 8 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, submetidos à ação do envelhecimento natural.....	<b>113</b>

---

---

<b>Tabela 9 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, submetidos à ação do envelhecimento natural.....	<b>114</b>
-------------------	--	------------

## **CAPÍTULO 2**

<b>Tabela 1 -</b>	Nome comercial, número do lote, composição, processo de polimerização e fabricante dos materiais avaliados.....	<b>68</b>
<b>Tabela 2 -</b>	Sistemas de coloração dos materiais incolores.....	<b>70</b>
<b>Tabela 3 -</b>	Valores médios das derivadas de cor e desvio padrão (SD) dos corpos-de-prova para cada material, nos períodos de envelhecimento acelerado correspondentes a 252, 504 e 1008 horas.....	<b>74</b>
<b>Tabela 4 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Rapidaflex, submetidos à ação do envelhecimento acelerado.....	<b>115</b>
<b>Tabela 5 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Lentaflex, submetidos à ação do envelhecimento acelerado.....	<b>116</b>
<b>Tabela 6 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 incolor, submetidos à ação do envelhecimento acelerado...	<b>117</b>
<b>Tabela 7 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 pigmentado, submetidos à ação do envelhecimento acelerado...	<b>118</b>
<b>Tabela 8 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, submetidos à ação do envelhecimento acelerado.....	<b>119</b>

---



---

<b>Tabela 9 -</b>	Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, submetidos à ação do envelhecimento acelerado.....	<b>120</b>
-------------------	--	------------

---

---

# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>32</b>
<b>2 CAPÍTULO 1.....</b>	<b>35</b>
2.1 RESUMO.....	38
2.2 INTRODUÇÃO.....	40
2.3 PROPOSIÇÃO.....	42
2.4 MATERIAL E MÉTODO.....	43
2.5 RESULTADO.....	49
2.6 DISCUSSÃO.....	51
2.7 CONCLUSÃO.....	56
2.8 REFERÊNCIAS.....	57
<b>3 CAPÍTULO 2.....</b>	<b>62</b>
3.1 RESUMO.....	63
3.2 INTRODUÇÃO.....	65
3.3 PROPOSIÇÃO.....	67
3.4 MATERIAL E MÉTODO.....	68
3.5 RESULTADO.....	74
3.6 DISCUSSÃO.....	76
3.7 CONCLUSÃO.....	83
3.8 REFERÊNCIAS.....	84
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
Anexo A - Normas das revistas selecionadas para a publicação dos artigos.....	90
Anexo B - Ilustrações da fase laboratorial da metodologia experimental.....	100
Anexo C - Tabelas dos valores obtidos nos testes realizados....	109

---

# *1 INTRODUÇÃO GERAL*



---

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A face humana é constituída por tecidos moles e móveis sobre um esqueleto que serve de suporte. Sua função é traduzir as expressões, graças à movimentação da pele sob o efeito dos músculos subjacentes, e as percepções que dependem dos órgãos sensoriais. O conjunto destas duas faculdades permite ao homem exprimir seus sentimentos, suas necessidades, suas aspirações e, sobretudo, se comunicar com seus semelhantes. Desta forma, a combinação do resultado estético, funcional e psicossocial de uma deformidade facial pode produzir efeitos devastadores em seus portadores, especialmente se a lesão for extensa e/ou se o tratamento for agressivo.

Como indicação de tratamento, a cirurgia plástica é o tratamento de escolha, quando houver circunstâncias favoráveis, pois certamente a reparação autoplástica, aquela realizada em tecido vivo, é muito mais desejável do que a reparação aloplástica ou artificial.

Apesar dos recursos técnico-cirúrgicos terem progredido muito nos últimos tempos, há casos de defeitos congênitos e adquiridos em que ainda é aconselhável a restauração por próteses. A Prótese Bucomaxilofacial, restaurando perdas de substâncias e deformidades da

---

---

região orofacial, procura corrigir a estética e as funções perdidas ou alteradas.

A procura por um material ideal para a reabilitação protética de pacientes com desfiguração ou deformações faciais existe desde os primórdios da história. As formas mais primitivas de próteses faciais eram construídas em madeira, marfim, ceras e metais. As possibilidades de reconstrução protética encontraram-se aumentadas pelo freqüente surgimento de materiais capazes de substituir os componentes faciais ausentes, como as resinas acrílicas, poliuretanos, cloretos polivinílicos, polietilenos e silicones. Atualmente, os materiais mais utilizados para a confecção de próteses faciais são a resina acrílica termicamente ativada e os silicones, polimerizados pelo calor (HTV) ou pela temperatura ambiente (RTV).

O silicone elastomérico foi primeiramente utilizado para próteses faciais em 1960. Desde então, tornou-se o material de escolha devido às suas propriedades químicas inertes, resistência, durabilidade e facilidade de manipulação. A limitação do emprego do silicone como material para a confecção das próteses faciais é a sua rápida degradação e instabilidade de cor, causadas pela exposição aos raios ultravioletas, à poluição do ar e às mudanças de temperatura e umidade.

As resinas acrílicas, comparadas ao silicone, apresentam baixo custo, são mais duráveis e mais fáceis de serem adquiridas, entretanto, não possuem a flexibilidade do silicone, que é um requisito

---

---

indispensável para que a prótese tenha a estética e o conforto requeridos pelos pacientes.

Uma prótese facial esteticamente agradável deve imitar ou reproduzir forma, volume, posição, textura, translucidez e cor da parte perdida, sendo quase que imperceptível àqueles que observem seu portador; entretanto, a correta coloração das próteses faciais, de forma que se iguale à cor da pele do paciente, tem sido um desafio para os protesistas, constituindo um dos passos mais delicados da confecção dessas aloplastias.

Os materiais utilizados para confecção das próteses faciais exigem importantes requisitos para que assim possam adequadamente atingir os objetivos almejados com a reabilitação protética, principalmente no que tange à estética, durabilidade e cuidados no procedimento do material. Um dos aspectos mais angustiantes nos tratamentos com próteses faciais é o fato de se tornarem desagradáveis após poucos meses de uso devido às mudanças de cor e distorção das margens. As próteses confeccionadas com silicone elastomérico são consideradas efetivas por apenas seis meses a um ano, havendo a necessidade de serem refeitas devido à instabilidade de cor, deterioração da textura e das margens e diminuição da resistência das próteses em função dos efeitos dos raios ultravioletas, da deposição de resíduos microscópicos nas porosidades da superfície, uso de adesivos, manuseio e limpeza contínua das próteses pelo paciente.

---

---

Além da exposição ao meio ambiente, outro fator que pode alterar as características e propriedades físicas do material é a pigmentação. A incorporação de 0,2% de peso de pigmentos pode alterar as propriedades físicas e mecânicas da base elastomérica.

---

## *2 CAPÍTULO 1*





## **INFLUÊNCIA DO INTEMPERISMO NATURAL SOBRE A ESTABILIDADE CROMÁTICA DE MATERIAIS PARA USO EM PRÓTESES FACIAIS**

### **2.1 RESUMO**

O maior problema enfrentado pelo protesista bucomaxilofacial é reproduzir a cor exata da pele do paciente, proporcionando uma estética agradável. Para alcançar este objetivo, o profissional deve ter materiais que possibilitem uma fácil caracterização, mantendo por um longo período de tempo a cor obtida. O propósito do presente estudo foi avaliar a estabilidade de cor de resinas acrílicas (Rapidaflex, Lentaflex e Resina Acrílica Termopolimerizável incolor e pigmentada) e de um silicone (Silastic MDX4-4210 incolor e com pigmentação) utilizados na confecção de próteses faciais sob a influência do tempo de exposição ao meio ambiente. Foram confeccionados 60 corpos-de-prova distribuídos em seis grupos. Todos foram submetidos ao processo de envelhecimento natural por 180 dias, realizando-se leituras de alteração cromática inicial e a cada 90 dias, por meio da análise visual e da espectrofotometria de reflexão (Shimadzu, Kyoto, Japão). Os resultados foram submetidos à análise estatística pelos testes de Variância (ANOVA) de dois fatores e Tukey, com significância de 5%. Pode-se observar que, independente do período

de tempo analisado, ocorreu alteração de cor, estatisticamente significativa, entre alguns materiais. Os materiais não apresentaram diferença estatística entre 90 e 180 dias, com exceção da resina termopolimerizável pigmentada. A diferença de cor entre o Silastic MDX4-4210 pigmentado e o Silastic incolor foi estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) nos dois períodos, bem como entre a resina termopolimerizável pigmentada e a incolor, e entre as resinas Rapidaflex e Lentaflex. Verificou-se pelo método visual que ocorreu alteração cromática em todos os materiais analisados nos primeiros 90 dias de envelhecimento. Todos os materiais sofreram alteração cromática pela influência da exposição ao meio ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Envelhecimento; Silicones; Resinas acrílicas; Pigmentação em prótese; Prótese maxilofacial.

## 2.2 INTRODUÇÃO\*

As deformidades maxilofaciais são constrangedoras e embaraçosas ao portador. Esses defeitos, congênitos, causados por traumas ou oncocirurgias, tornam os indivíduos traumatizados, complexados e diminuídos física e psicologicamente <sup>1-4</sup>.

Como tratamento de escolha, a cirurgia plástica ou autoplastia, realizada em tecido vivo, é muito mais desejável do que a reparação aloplástica ou artificial, quando houver circunstâncias favoráveis. Apesar dos recursos técnicos cirúrgicos terem progredido muito nos últimos tempos, há casos de defeitos congênitos e adquiridos em que ainda é aconselhável a restauração por próteses <sup>5</sup>.

Embora o objetivo de uma prótese facial seja satisfazer as necessidades estéticas dos pacientes e melhorar sua qualidade de vida, é importante que o paciente seja informado a respeito da estética que pode ser conseguida com a prótese, bem como a limitação dos materiais, para que não haja desapontamento quando a prótese for finalizada <sup>6</sup>.

Atualmente, os materiais mais utilizados para a confecção de próteses faciais são as resinas acrílicas termicamente ativadas e os silicones, polimerizados pelo calor (HTV) ou pela temperatura ambiente (RTV) <sup>7-9</sup>. Apesar de a resina acrílica ter custo menor do que o silicone, ser mais resistente e mais facilmente obtida, não possui flexibilidade, requisito indispensável para que a prótese tenha a estética requerida .

---

\*Artigo será formatado segundo normas da Revista *The International Journal of Prosthodontics* (Anexo A)

pelos pacientes. O silicone apresenta boa flexibilidade, é mais confortável ao paciente e, além disso, oferece à prótese facial uma textura semelhante à pele humana <sup>10-12</sup>.

A limitação do emprego do silicone para confecção das próteses faciais é o fato destas se tornarem desagradáveis após poucos meses de uso, havendo a necessidade de serem refeitas devido à instabilidade de cor, dureza, deterioração da textura e das margens e diminuição da resistência ao rasgamento. Isso pode ocorrer, principalmente devido ao efeito dos raios ultravioletas, da deposição de resíduos microscópicos nas porosidades da superfície, uso de adesivos, manuseio e limpeza contínua das próteses pelos pacientes <sup>13,14</sup>.

### 2.3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a estabilidade de cor de resinas acrílicas (Rapidaflex, Lentaflex, Resina Acrílica Termopolimerizável incolor e pigmentada) e de um silicone incolor (Silastic MDX4-4210 incolor e pigmentado) utilizados na confecção de próteses faciais, sob a influência do tempo de exposição ao meio ambiente por 180 dias.

## 2.4 MATERIAL E MÉTODO

Para a confecção dos corpos-de-prova, foram utilizadas três resinas acrílicas, duas próprias para uso em próteses faciais (Lentaflex e Rapidaflex) e uma utilizada na confecção de próteses dentárias (Resina Acrílica Termopolimerizável Incolor), e um silicone incolor (Silastic MDX4-4210), conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Nome comercial, número do lote, composição, processo de polimerização e fabricante dos materiais avaliados

NOME (n <sup>o</sup> de lote)	COMPOSIÇÃO	POLIMERIZAÇÃO	FABRICANTE
Lentaflex (5050.40)	Pó: polimetimetacrilato, ftalato de dibutil, peróxido de benzoíla e pigmentos; Líquido: metacrilato de metila, glicol-etileno-dimetacrilato e hidroquinona	RAAT Banho de água quente ½ h aquecida; ½ h sem aquecimento; 1h em ebulição	Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR
Rapidaflex (5050.40)	Pó: polimetimetacrilato, ftalato de dibutil, peróxido de benzoíla e pigmentos; Líquido: metacrilato de metila, glicol-etileno-dimetacrilato, hidroquinona e dimetil- <i>p</i> -toluidina	RAAQ Autopolimerizável	Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR
Resina Acrílica Termopolimerizável Incolor (79175.78)	Pó: polimetimetacrilato, ftalato de dibutil, peróxido de benzoíla; Líquido: metacrilato de metila, glicol-etileno-dimetacrilato, hidroquinona	RAAT Banho de água quente ½ h aquecida; ½ h sem aquecimento; 1h em ebulição	Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR
Silastic MDX 4-4210 (0001798623)	Polímero: dimetilsiloxano, sílica e platina; Agente de cura: dimetilsiloxano, inibidor, siloxano crosslink	RTV Exposto ao meio ambiente por 72 horas	Dow Corning Corporation, MI, EUA

Foram confeccionados 60 corpos-de-prova divididos em 6 grupos: Rapidaflex, Lentaflex, Resina Termopolimerizável Incolor, Resina Termopolimerizável Pigmentada, Silastic MDX4-4210 Incolor, Silastic MDX4-4210 Pigmentado.

Para a confecção dos mesmos, foram obtidos discos de resina acrílica incolor autopolimerizável JET (Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR), utilizando uma matriz metálica com 15mm de diâmetro e 2mm de espessura. Esses discos foram incluídos em gesso pedra tipo III (Gesso Rio, Brasil) e silicone laboratorial de inclusão (Zetalabor, Zhermack, Itália), para obtenção dos moldes destinados à prensagem das resinas. Para aqueles destinados à prensagem do silicone, foi utilizado gesso ortodôntico tipo IV (Orto-Rio Produtos Odontológicos, SP, Brasil). Os diferentes materiais empregados para a inclusão se destinam à obtenção de superfícies lisas e planas para a realização das leituras de cor.

As resinas Lentaflex e Rapidaflex possuem em sua composição pigmentos, orgânicos e inorgânicos. Desse modo, o silicone e a resina termopolimerizável, que são incolores, foram pigmentados. Para a coloração intrínseca, dois pigmentos distintos foram empregados: pó de maquiagem (pigmento orgânico) e pó de cerâmica (pigmento inorgânico), conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2 – Sistemas de coloração dos materiais incolores

PIGMENTOS	TIPO QUÍMICO	COR	FABRICANTE
Pó de maquiagem	Orgânico	Bege	Avon, SP, Brasil
Pó de cerâmica	Inorgânico	Caramelo	Clarart, DF, Brasil

A pigmentação dos materiais incolores, resina acrílica termopolimerizável e silicone, foi realizada por meio da incorporação de pigmentos orgânicos e inorgânicos, na proporção de 1:1. Essa pigmentação intrínseca é necessária para seguir o padrão de coloração do fabricante para as resinas acrílicas Rapidaflex e Lentaflex. Para o processo de coloração, os materiais foram pesados em balança digital de precisão (BEL Equipamentos Analítico, SP, Brasil), sendo os pigmentos equivalentes a 0,2%<sup>3, 15, 16</sup> do peso da resina e do silicone. Os dois pigmentos foram misturados aos materiais até a obtenção de uma mistura homogênea.

Após a demuflagem dos discos de resina acrílica autopolimerizável, os moldes foram preenchidos pelas respectivas resinas acrílicas (Rapidaflex, Lentaflex e Resina Acrílica Termopolimerizável Incolor e com pigmentação). Cada material foi manipulado e polimerizado de acordo com a indicação dos fabricantes (Tabela 1). Após a polimerização dos corpos-de-prova, os mesmos foram submetidos ao polimento em uma Politriz APL-4 (Arotec, Cotia, SP, Brasil), com lixas de diferentes granulações.



Para a confecção dos corpos-de-prova em silicone Silastic MDX 4-4210 incolor e pigmentado, este foi inserido no interior dos moldes contidos nas muflas, mantidas abertas, permanecendo com a superfície externa plana exposta ao meio ambiente durante 72 horas, de acordo com a indicação do fabricante, para completa polimerização.

Após a obtenção dos corpos-de-prova, estes foram submetidos à análise cromática inicial, por meio de um Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Kyoto, Japão), com as alterações de cor calculadas por meio do Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE<sup>17</sup>. 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). Este sistema permite calcular o valor do  $\Delta E$  (variação da cor), entre duas leituras, por meio da fórmula:

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

A avaliação da cor foi realizada com uma iluminação padrão D65 contra um fundo negro<sup>18</sup>.

Após a primeira análise cromática, iniciou-se o processo de envelhecimento natural, que consistiu na fixação dos corpos-de-prova em uma placa acrílica, exposta ao intemperismo natural por 180 dias,

realizando-se leituras de alteração de cor a cada 90 dias. Esse envelhecimento natural foi realizado em Araçatuba (São Paulo, Brasil) onde a temperatura média diária é de 25°C, com UV a proximadamente 7, umidade relativa do ar 50%, chuva acumulada de 71mm<sup>3</sup> (Instituto Nacional de Meteorologia - INMET).

O método de análise visual da cor foi aplicado com o intuito de verificar a viabilidade do uso clínico de cada material. Para isso, foram confeccionados dois corpos-de-prova excedentes (controle) para cada grupo proposto. Um dos corpos-de-prova não foi submetido ao envelhecimento e foi guardado em uma caixa escura, servindo como parâmetro clínico para aqueles que sofreram envelhecimento durante 90 e 180 dias. O outro foi submetido ao envelhecimento por 90 dias e ficou guardado em uma caixa escura para ser comparado àqueles que envelheceram durante 180 dias.

A análise visual foi realizada entre os corpos-de-prova de um mesmo grupo, por dois operadores distintos, perfeitamente calibrados. Os corpos-de-prova de cada grupo foram colocados sobre uma placa metálica escura, um por um, ao lado do corpo-de-prova controle. Ao detectar alguma alteração de cor visível, essa era identificada e anotada para posterior análise dos resultados<sup>4</sup>.

Os valores de  $\Delta E$  calculados foram submetidos à Análise de Variância de dois fatores e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

## 2.5 RESULTADOS

Os resultados obtidos foram apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios das derivadas dos corpos-de-prova para cada material e período de envelhecimento natural proposto

Material / Tempo	$\Delta E$ (SD)	
	90 dias	180 dias
Resina termopolimerizável incolor	3,10 (1,23) A,a	3,09 (1,00) A,a
Silastic MDX4-4210 incolor	3,52 (1,82) A,a	3,53 (1,71) A,a
Resina termopolimerizável pigmentada	7,16 (0,53) B,a	9,16 (0,63) B,b
Lentaflex	7,48 (0,31) B,a	7,77 (0,31) C,a
Silastic MDX4-4210 pigmentado	8,95 (0,72) Ca	8,84 (0,56) BC,a
Rapidaflex	10,13 (0,36) Ca	10,01 (0,54) B,a

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

De acordo com os resultados, pode-se observar que, independente do período de tempo analisado, todos os materiais avaliados sofreram alteração cromática (Tabela 3). Os materiais não apresentaram diferença estatística significativa de alteração de cor entre 90 e 180 dias, com exceção da resina termopolimerizável pigmentada (Tabela 3).

A diferença de cor entre o Silastic MDX4-4210 pigmentado e o Silastic incolor foi estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) nos dois períodos (90 e 180 dias), bem como entre a resina termopolimerizável pigmentada e a incolor, e entre as resinas Rapidaflex e Lentaflex.

Verificou-se pelo método visual que ocorreu, nos primeiros 90 dias de envelhecimento, alteração cromática em todos os materiais analisados. Entretanto, entre 90 e 180 dias, os observadores não conseguiram detectar alteração no padrão cromático dos materiais analisados.

## 2.6 DISCUSSÃO

A reabilitação dos pacientes com defeitos maxilofaciais por meio da aloplasia ou restauração protética oferece condições bastante satisfatórias na recuperação da estética e do bem-estar pessoal. Isto torna possível a reintegração desses indivíduos em seu meio social e familiar, agindo como terapia psicológica, tornando-os mais felizes e seguros<sup>1-4</sup>.

O maior problema enfrentado pelo protesista bucomaxilofacial é reproduzir a cor exata da pele do paciente, proporcionando uma estética agradável. Para alcançar este objetivo, o profissional deve ter materiais que possibilitem uma fácil caracterização, mantendo por um longo período de tempo a cor obtida.

Alguns pesquisadores e profissionais defendem o uso de materiais rígidos para confecção de próteses faciais, como a resina acrílica, por acreditarem que estes materiais apresentam maior estabilidade de cor frente às intempéries do dia-a-dia<sup>19,20</sup>. De acordo com os resultados obtidos neste estudo (Tabela 3), pode-se verificar que, tanto as resinas acrílicas quanto o silicone, apresentaram instabilidade de cor ( $\Delta E > 0$ ), constatada visualmente. Ao final do envelhecimento natural, o grupo confeccionado com silicone pigmentado apresentou valores médios de alteração cromática ligeiramente inferiores ao grupo de resina termopolimerizável pigmentada.

Tanto as resinas quanto o silicone sofrem, com o envelhecimento, alteração de cor, podendo esta ser causada por fatores intrínsecos e extrínsecos<sup>21</sup>. Os fatores intrínsecos envolvem a própria descoloração do material, com alteração de sua matriz<sup>22</sup>. Normalmente, esta descoloração intrínseca ocorre com o envelhecimento do material, devido a várias condições físico-químicas, como mudanças térmicas e umidade. Fatores extrínsecos como a absorção e adsorção de substâncias também podem causar descoloração<sup>23,24</sup>. Associado a isso, outros fatores são responsáveis pela instabilidade de cor, como: acúmulo de manchas, desidratação, absorção de água, infiltração, superfície rugosa, degradação química e pelo seu uso, oxidação durante as reações duplas de carbono produzindo compostos de peróxido e a contínua formação de pigmentos devido à degradação de produtos<sup>25</sup>.

Analisando a Tabela 3, observou-se que a resina Rapidaflex apresentou os maiores valores de alteração de cor, em ambos os períodos de envelhecimento. Comparando as resinas Rapidaflex e Lentaflex, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os valores de  $\Delta E$ , nos dois períodos de tempo avaliados. Resultados semelhantes também foram encontrados por Purnaveja et al.<sup>26</sup>, que verificaram que as resinas autopolimerizáveis (RAAQ) são mais instáveis em relação à cor do que as termopolimerizáveis (RAAT). De acordo com o fabricante, as resinas autopolimerizáveis, como a Rapidaflex, apresentam alta quantidade de reagentes adicionais, como o peróxido de benzoíla.

Este reagente se mantém após a polimerização da resina, podendo alterar a cor destes materiais<sup>27</sup>. Além disso, a oxidação do composto aromático dimetil-p-toluidina, presente somente nas resinas autopolimerizáveis<sup>26,28,29</sup>, pode ter causado maior degradação de cor nos corpos-de-prova confeccionados com a resina Rapidaflex. Vale ressaltar também que as resinas autopolimerizáveis apresentam baixas taxas de conversão durante a polimerização, obtendo como produto final grande quantidade de monômero residual, que poderia interagir com os pigmentos presentes no polímero, deteriorando ainda mais a cor.

A análise espectrofotométrica revelou que os menores valores de variação de cor foram para os materiais não pigmentados, Silastic MDX4-4210 e Resina Acrílica Termopolimerizável incolor (Tabela 3). Pelo método visual de comparação, também não foi observada nenhuma alteração cromática relevante. Esse resultado indicou que estes materiais apresentam estabilidade de cor satisfatória, sendo indicados para o uso clínico<sup>15,30-33</sup>.

Em relação ao silicone MDX4-4210, houve diferença estatisticamente significativa entre os corpos-de-prova com e sem pigmentação, independente do período de tempo analisado, comprovando que algumas propriedades físicas e mecânicas, como a estabilidade de cor, podem variar de acordo com a adição de pigmentos. Provavelmente, o tamanho das partículas dos pigmentos incorporados à cadeia molecular do Silastic MDX4-4210 influencia a estabilidade de cor do elastômero

pigmentado, na medida em que os silicones possuem baixo nível de energia coesiva e, portanto, uma interação molecular fraca<sup>33</sup>. Desse modo, as partículas pequenas tendem a se agregar, mas as maiores se separam do polímero<sup>33</sup>, podendo causar variação no padrão cromático destes materiais.

O mesmo ocorreu com a resina acrílica termopolimerizável, que apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos incolor e pigmentado. Algumas possíveis razões para este fato são atribuídas também aos pigmentos incorporados à resina<sup>9,31</sup> ou à presença de porosidades, causada por um superaquecimento ou falta de pressão (atmosférica) durante a polimerização<sup>31</sup>. Essa alteração de cor pode ainda ser resultado de mudança da matriz orgânica, como a inibição, hidrólise e decomposição de reações poliméricas, resultando em divisão das cadeias principais<sup>34</sup>, com separação do pigmento.

De acordo com os dados da Tabela 3, os materiais pigmentados apresentaram maior alteração de cor nos primeiros 90 dias de envelhecimento, comprovada visualmente. De acordo com Beatty et al.<sup>35</sup>, a alteração de cor que ocorre logo após a confecção das próteses pode ser causada por mudanças químicas na cadeia polimérica ou por perda de cor que acontece com alguns pigmentos sensíveis à ação da luz ultravioleta. Como observado, os polímeros (resinas e silicone) sem pigmentação apresentaram a menor variação cromática. Neste caso, os pigmentos poderiam ser os responsáveis pela instabilidade de cor destes



materiais, principalmente os de origem orgânica (pó de maquiagem), que sofrem maior degradação e acabam se dissolvendo quando em contato com a luz UV<sup>3,36</sup>.

Somente a resina termopolimerizável pigmentada sofreu alteração de cor estatisticamente significativa entre 90 e 180 dias de envelhecimento. Além disso, quando essa foi comparada à resina Lentaflex, no período de 180 dias, verificou-se diferença estatística significativa entre elas. Apesar da pigmentação da resina termopolimerizável seguir o mesmo padrão da resina Lentaflex, os pigmentos utilizados pelo fabricante na coloração desta, provavelmente, foram diferentes daqueles utilizados para a pigmentação da resina termopolimerizável incolor. O pigmento utilizado nas resinas Rapidaflex e Lentaflex não foi revelado. O fabricante relatou que em suas resinas são incorporados pigmentos orgânicos e inorgânicos, em igual proporção (1:1).

Outro fator que pode ter influência na estabilidade de cor destas resinas se relaciona ao processo de incorporação dos pigmentos. Certamente, o processo industrial consegue maior homogeneidade entre o pó do polímero e os corantes, fazendo com que, após a polimerização, os pigmentos estejam adequadamente inseridos na cadeia polimérica, constituindo ligações fortes, estabilizando a cor, mesmo com o envelhecimento do material.

Mais estudos são importantes para avaliar a influência de outros pigmentos sobre a estabilidade de cor dos materiais utilizados rotineiramente na prática clínica.

## 2.7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- Tanto as resinas quanto o silicone apresentaram, pela análise espectrofotométrica, instabilidade de cor nos dois períodos de tempo analisados, sendo visualmente detectável após 90 dias de envelhecimento natural.
- Os materiais sem a incorporação dos pigmentos apresentaram valores de alteração de cor semelhantes, não sendo diferentes estatisticamente.
- Os pigmentos utilizados neste trabalho parecem ser os principais responsáveis pela instabilidade de cor das resinas e do silicone.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP- (Processos n<sup>OS</sup> 05/57718-4, 2006/57120-4, 2004/13752-1), por propiciar a realização deste trabalho por meio da concessão de bolsa de mestrado e auxílio pesquisa.

## 2.8 REFERÊNCIAS

1. Goiato MC, Mancuso DN, Sandefeld MLMM, Gabriel MBM, Murakawa AC, Guiotti AM. Aesthetic and functional ocular rehabilitation. *Oral Oncology Extra* 2005; 41:161-164.
2. Goiato MC, Fernandes AUR, Santos DM, Barão VA. Positioning of magnets on multiple/sectional maxillofacial prosthesis. *J Contemp Dent Pract* 2007; 8:101-107.
3. Mancuso DN, Goiato MC, Dekon SFC. Evaluation visual of color stability after accelerated aging of pigmented and non-pigmented silicones to be used in facial prostheses. *Ind J Den Res* 2008; 19. *In press*.
4. Goiato MC, Santos DM, Gennari Filho H, Zavanelli AC, Dekon SFC, Mancuso DN. Influence of investment, disinfection and storage on the microhardness of ocular resins. *J Prosthodontics* 2008; *In press*.
5. Mekayarajjananonth T, Huband ML, Guerra LR. Clear acrylic resin device for orientation and placement of a small facial prosthesis. *J Prosthet Dent* 2000; 83: 56-59.
6. Karayazgan B, Gunay Y, Evlioglu G. Improved edge strength in a facial prosthesis by incorporation of tulle: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2003; 90: 526-529.

7. Bulbulian AH. Maxillofacial prosthetics: evolution and practical application in patient rehabilitation. *J Prosthet Dent* 1965; 15: 554-569.
8. Hanson MD, Shipman B, Blomfield JV, Janus CE. Commercial cosmetics and their role in the coloring of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 818-820.
9. Polyzois GL. Color stability of facial silicone prosthetic polymers after outdoor weathering. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 447-450.
10. Abdelnabi MM, Moore DJ, Sakumura JS. In vitro comparison study of MDX-4-4210 and polydimethyl siloxane silicone materials. *J Prosthet Dent* 1984; 51: 523-526.
11. Kanter JC. The use of RTV silicones in maxillofacial prosthetics. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 646-653.
12. Schaaf NG. Color characterizing silicone rubber facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 198-202.
13. Ishigami T, Tanaka Y, Kishimoto Y, Okada M. A facial prosthesis made of porcelain fused to metal: a clinical report. *J Prosthet Dent* 1997; 77: 564-567.
14. Cantor R, Webber RL, Stroud L, Ryge G. Methods for evaluating prosthetic facial materials. *J Prosthet Dent* 1969; 21: 324-332.
15. Yu R, Koran IIIA, Craig RG. Physical properties of a pigmented silicone maxillofacial material as a function of accelerated aging. *J Dent Res* 1980; 59: 1141-1148.

16. Gary JJ, Hugget EF, Powell LD. Accelerated color change in a maxillofacial elastomer with and without pigmentation. *J Prosthet Dent* 2001; 85: 614-620.
17. Commission Internationale de l'Eclairage - CIE (1985): *Colorimetry, Official Recommendations of the International Commission on Illumination*, 2nd ed., Publication CIE No. 15.2 (TC-1.3), Paris, France: Bureau Central de la CIE.
18. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32 Suppl 1: 3-12.
19. Roberts AC. Some observations on facial prosthesis materials. *Dent Pract* 1966; 16: 421-424.
20. Lemon JC, Chambers MS, Jacobsen ML, Powers JM. Color stability of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 613-618.
21. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent* 2006; 95: 137-142.
22. Wilson NH, Burke FJ, Mjor JA. Reasons for placement and replacement of restorations of direct restorative materials by a selected group of practitioners in the United Kingdom. *Quintessence Int* 1997;28:245-8.
23. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater* 1989; 5: 384-387.

24. Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent* 2000; 12: 258-263.
25. Anil N, Hekimoglu C, Sahin S. Color stability of heat-polymerized and autopolymerized soft denture liners. *J Prosthet Dent* 1999; 81: 481-484.
26. Purnaveja S, Fletcher AM, Ritchie GM, Amin WM, Moradians S, Dodd AW. Colour stability of two self curing denture base materials. *Biomaterials* 1982; 3: 249-250.
27. Rosentritt M, Esch J, Behr M, Leibrock A, Handel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. *Quintessence Int* 1998; 29: 517-522.
28. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 1983; 41: 11-18.
29. May KB, Razzoog ME, Koran A 3rd, Robinson E. Denture base resins: comparison study of color stability. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 78-82.
30. Lewis DH, Castleberry DJ. An assessment of recent advances in external maxillofacial materials. *J Prosthet Dent* 1980; 43: 426-432.
31. Craig RG, Koran A, Yu R, Spencer J. Color stability of elastomers for maxillofacial appliances. *J Dent Res* 1978; 57: 866-871.

32. Andres CJ, Haug SP, Brown DT, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers: Part II--Report of survey. *J Prosthet Dent*. 1992; 68: 519-22.
33. Anusavice KJ. Phillips' science of dental materials. 11<sup>th</sup> ed. St Louis: Elsevier, 2003.
34. Jin C, Nikawa H, Makihira S, Hamada T, Furukawa M, Murata H. Changes in surface roughness and colour stability of soft denture lining materials caused by denture cleansers. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 125-130.
35. Beatty MW, Mahanna GK, Dick K, Jia W. Color changes in dry-pigmented maxillofacial elastomer resulting from ultraviolet light exposure. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 493-498.
36. Mayer R. The artist's handbook of materials and techniques. 5<sup>a</sup> ed. New York: Viking Penguin, 1991.



## *3 CAPÍTULO 2*



## **ESTABILIDADE CROMÁTICA DE MATERIAIS PARA CONFECÇÃO DE PRÓTESES FACIAIS SOB A INFLUÊNCIA DO ENVELHECIMENTO ACELERADO**

### **3.1 RESUMO**

O presente estudo avaliou a estabilidade de cor de resinas acrílicas (Rapidaflex, Lentaflex e Resina Acrílica Termopolimerizável Incolor e Pigmentada) e de um silicone (Silastic MDX4-4210 Incolor e Pigmentado) utilizados na confecção de próteses faciais sob a influência do envelhecimento acelerado. Os materiais incolores foram pigmentados com pó de maquiagem e pó de cerâmica, seguindo o mesmo padrão de pigmentação das resinas Rapidaflex e Lentaflex. Foram confeccionados 10 corpos-de-prova para cada grupo, totalizando 60 espécimes. Todos foram submetidos ao processo de envelhecimento acelerado por 1008 horas, realizando-se leituras de alteração cromática inicial e nos períodos correspondentes a 252, 504 e 1008 horas, por meio da análise visual e da espectrofotometria de reflexão (Shimadzu, Kyoto, Japão). Os resultados foram submetidos à análise estatística pelos testes de Variância (ANOVA) de dois fatores e Tukey, com significância de 5%. De acordo com os resultados, pode-se observar que, independente do período de envelhecimento, ocorreu variação de cor ( $\Delta E$ ), estatisticamente

significativa, entre os materiais. A diferença de cor entre o Silastic MDX4-4210 pigmentado e o incolor e entre a resina termopolimerizável pigmentada e a resina incolor foi estatisticamente significante ( $p < 0,01$ ) nos três períodos de envelhecimento (252, 504 e 1008 horas), sendo observada visualmente. O período de envelhecimento de 1008 horas influenciou de modo significativo na alteração de cor das resinas (Rapidaflex, Lentaflex, Resina Termopolimerizável Pigmentada e Incolor). Os materiais sem pigmentação e a resina Lentaflex apresentaram os menores valores de variação de cor ( $\Delta E$ ), ao final do envelhecimento acelerado de 1008 horas. Todos os materiais sofreram alteração cromática sob a influência do envelhecimento acelerado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Envelhecimento; Degradação; Resinas Acrílicas; Silicones; Prótese maxilofacial; Pigmentação em prótese.

### 3.2 INTRODUÇÃO\*

O tratamento de pacientes com mutilações faciais sempre foi um grande problema, especialmente para aqueles em que a reabilitação por meio da cirurgia plástica é contra-indicada. O protesista, restaurando perdas de substâncias e deformidades da região bucomaxilofacial, procura corrigir a estética e as funções perdidas ou alteradas. Na maioria dos casos, a estética é o fator preponderante, principalmente se a lesão for extensa e/ou se o tratamento for agressivo. Isso pode produzir efeitos devastadores em seus portadores, tornando-os traumatizados, complexados, com sentimentos de diminuição física e psicológica<sup>1-3</sup>.

O sucesso da reabilitação com próteses faciais depende do conhecimento completo dos princípios de harmonia facial, mistura de cores, adaptação, retenção, peso da prótese, durabilidade e biocompatibilidade. Estas características estão diretamente relacionadas com a escolha do material<sup>3,4</sup>.

As possibilidades de reconstrução protética encontram-se aumentadas pelo freqüente surgimento de materiais capazes de substituir a anatomia facial ausente, como as resinas acrílicas, poliuretanos, cloretos polivinílicos, polietilenos e silicones<sup>1,5,6</sup>. Os materiais mais utilizados para a confecção de próteses faciais são as resinas acrílicas termicamente ativadas e os silicones, polimerizados pelo calor (HTV) ou pela temperatura ambiente (RTV)<sup>7-9</sup>.

---

\*Artigo será formatado segundo normas da Revista *Polymer Degradation And Stability* (Anexo A)

A resina acrílica, comparada ao silicone, apresenta baixo custo, maior durabilidade e mais fácil aquisição, entretanto, não possui a flexibilidade do silicone, que é um requisito indispensável para que a prótese tenha a estética e o conforto requeridos pelos pacientes<sup>10</sup>.

O silicone elastomérico foi primeiramente utilizado para próteses faciais por Barnhart em 1960 e, desde então, tornou-se o material de escolha devido às suas propriedades químicas inertes, resistência, durabilidade e facilidade de manipulação<sup>11</sup>.

A limitação do emprego destes materiais para a confecção das próteses faciais é a rápida degradação de cor causada pela exposição aos raios ultravioletas, à poluição do ar e às mudanças de temperatura e umidade. Essa instabilidade de cor diminui o tempo de uso das próteses por comprometer sua estética<sup>12</sup>.

### 3.3 PROPOSIÇÃO

O presente estudo teve por finalidade avaliar a estabilidade de cor de resinas acrílicas (Rapidaflex, Lentaflex, Resina Acrílica Termopolimerizável incolor e pigmentada) e de um silicone (Silastic MDX4-4210 incolor e pigmentado) utilizados na confecção de próteses faciais sob a influência do envelhecimento acelerado por 1008 horas.

### 3.4 MATERIAL E MÉTODO

Para a confecção dos corpos-de-prova, foram utilizadas três resinas acrílicas, duas próprias para uso em próteses faciais (Lentaflex e Rapidaflex) e uma utilizada na confecção de próteses dentárias (Resina Acrílica Termopolimerizável Incolor), e um silicone incolor (Silastic MDX4-4210), conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 - Nome comercial, número do lote, composição, processo de polimerização e fabricante dos materiais avaliados

NOME (n <sup>o</sup> de lote)	COMPOSIÇÃO	POLIMERIZAÇÃO	FABRICANTE
Lentaflex (5050.40)	Pó: polimetimetacrilato, ftalato de dibutil, peróxido de benzoíla e pigmentos; Líquido: metacrilato de metila, glicol-etileno-dimetacrilato e hidroquinona	RAAT Banho de água quente ½ h aquecida; ½ h sem aquecimento; 1h em ebulição	Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR
Rapidaflex (5050.40)	Pó: polimetimetacrilato, ftalato de dibutil, peróxido de benzoíla e pigmentos; Líquido: metacrilato de metila, glicol-etileno-dimetacrilato, hidroquinona e dimetil- <i>p</i> -toluidina	RAAQ Autopolimerizável	Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR
Resina Acrílica Termopolimerizável Incolor (79175.78)	Pó: polimetimetacrilato, ftalato de dibutil, peróxido de benzoíla Líquido: metacrilato de metila, glicol-etileno-dimetacrilato, hidroquinona	RAAT Banho de água quente ½ h aquecida; ½ h sem aquecimento; 1h em ebulição	Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR
Silastic MDX 4-4210 (0001798623)	Polímero: dimetilsiloxano, sílica e platina; Agente de cura: dimetilsiloxano, inibidor, siloxano crosslink	RTV Exposto ao meio ambiente por 72 horas	Dow Corning Corporation, MI, EUA

Foram confeccionados 60 corpos-de-prova divididos em 6 grupos: Rapidaflex, Lentaflex, Resina Termopolimerizável Incolor, Resina Termopolimerizável Pigmentada, Silastic MDX4-4210 Incolor, Silastic MDX4-4210 Pigmentado.

Para a confecção dos mesmos, foram obtidos discos de resina acrílica incolor autopolimerizável JET (Artigos Odontológicos Clássico, SP, BR), utilizando uma matriz metálica com 15mm de diâmetro e 2mm de espessura. Esses discos foram incluídos em gesso pedra tipo III (Gesso Rio, Brasil) e silicone laboratorial de inclusão (Zetalabor, Zhermack, Itália), para obtenção dos moldes destinados à prensagem das resinas e, para aqueles destinados à prensagem do silicone, foi utilizado gesso ortodôntico tipo IV (Orto-Rio Produtos Odontológicos, SP, Brasil). Os diferentes materiais empregados para a inclusão se destinam à obtenção de superfícies lisas e planas para a realização das leituras de cor.

As resinas Lentaflex e Rapidaflex possuem em sua composição pigmentos, orgânicos e inorgânicos. Desse modo, o silicone e a resina termopolimerizável, que são incolores, foram pigmentados. Para a coloração intrínseca, dois pigmentos distintos foram empregados: pó de maquiagem (pigmento orgânico) e pó de cerâmica (pigmento inorgânico), conforme descrito na Tabela 2.



Tabela 2 – Sistemas de coloração dos materiais incolores

PIGMENTOS	TIPO QUÍMICO	COR	FABRICANTE
Pó de maquiagem	Orgânico	Bege	Avon, SP, Brasil
Pó de cerâmica	Inorgânico	Caramelo	Clarart, DF, Brasil

A pigmentação dos materiais incolores, resina acrílica termopolimerizável e silicone, foi realizada por meio da incorporação da associação de pigmentos orgânicos e inorgânicos, na proporção de 1:1, de acordo com o padrão de coloração do fabricante para as resinas acrílicas Rapidaflex e Lentaflex. Para o processo de coloração, os materiais foram pesados em balança digital de precisão (BEL Equipamentos Analítico, SP, Brasil), sendo os pigmentos equivalentes a 0,2% do peso da resina e do silicone<sup>1,6,13,14</sup>. Os dois pigmentos foram misturados aos materiais até a obtenção de uma mistura homogênea.

Após a demuflagem dos discos de resina acrílica autopolimerizável, os moldes foram preenchidos pelas respectivas resinas acrílicas (Rapidaflex, Lentaflex e Resina Acrílica Termopolimerizável Incolor e com pigmentação). Cada material foi manipulado e polimerizado de acordo com a indicação dos fabricantes (Tabela 1). Após a polimerização dos corpos-de-prova, os mesmos foram submetidos ao polimento em uma Politriz APL-4 (Arotec, Cotia, SP, Brasil), com lixas de diferentes granulações.

Para a confecção dos corpos-de-prova em silicone Silastic MDX 4-4210 incolor e pigmentado, este foi inserido no interior dos moldes contidos nas muflas, mantidas abertas, permanecendo com a superfície externa plana exposta ao meio ambiente durante 72 horas, de acordo com a indicação do fabricante, para completa polimerização.

Após a obtenção dos corpos-de-prova, estes foram submetidos à análise cromática inicial, por meio de um Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Kyoto, Japão), com as alterações de cor calculadas por meio do Sistema CIE  $L^*a^*b^*$ , estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE<sup>15</sup>. 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). Este sistema permite calcular o valor do  $\Delta E$  (variação da cor), entre duas leituras, por meio da fórmula:

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

Durante a avaliação de cor, tanto a coloração da superfície do objeto quanto a claridade sob a qual a superfície é mensurada podem afetar a determinação da cor. Com isso, uma iluminação padrão D65 contra um fundo negro foi utilizada<sup>16</sup>.

Após a primeira leitura de cor, realizou-se o ensaio de envelhecimento acelerado, realizado por meio de uma câmara de envelhecimento (Equilam, Diadema, SP, Brasil), para corpos não-metálicos, UVB/condensação.

Os corpos-de-prova foram submetidos a períodos alternados de luz ultravioleta e condensação de água destilada saturada de oxigênio, sob condições de calor e umidade de 100%. Cada ciclo de envelhecimento foi realizado por doze horas. Nas primeiras oito horas, incidia luz ultravioleta à temperatura de  $60 \pm 3^\circ\text{C}$ . Nas quatro horas seguintes, ocorreu o período de condensação sem luz, com temperatura de  $45 \pm 3^\circ\text{C}$ . Esse processo simulou a deterioração causada tanto pela água da chuva como a do orvalho e a energia ultravioleta (UVB) da luz do sol (direta e indireta).

Os corpos-de-prova foram expostos a 1008 horas de envelhecimento acelerado, realizando-se novas leituras de alteração cromática nos períodos correspondentes a 252, 504 e 1008 horas.

O método de análise visual da cor foi aplicado com o intuito de verificar a viabilidade do uso clínico de cada material. Para isso, foram confeccionados três corpos-de-prova excedentes (controle) para cada grupo proposto. O primeiro não foi submetido ao envelhecimento e foi guardado em uma caixa escura, servindo como parâmetro clínico para aqueles corpos-de-prova que sofreram envelhecimento durante 252, 504 e 1008 horas. O segundo foi submetido ao envelhecimento por 252 horas

e ficou guardado em uma caixa escura para ser comparado àqueles que envelheceram durante 504 e 1008 horas. O terceiro foi submetido ao envelhecimento por 504 horas e ficou guardado em uma caixa escura para ser comparado àqueles que envelheceram durante 1008 horas.

A análise visual foi realizada entre os corpos-de-prova de um mesmo grupo, por dois operadores distintos, perfeitamente calibrados. Os corpos-de-prova de cada grupo foram colocados sobre uma placa metálica escura, um por um, ao lado do corpo-de-prova controle. Ao detectar alguma alteração de cor visível, essa era identificada e anotada para posterior análise dos resultados<sup>1</sup>.

Os valores de  $\Delta E$  calculados foram submetidos à Análise de Variância de dois fatores e as médias comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância de 5%.

### 3.5 RESULTADOS

Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios das derivadas de cor e desvio padrão (SD) dos corpos-de-prova para cada material, nos períodos de envelhecimento acelerado correspondentes a 252, 504 e 1008 horas

Material / Tempo	$\Delta E$ (SD)		
	252 horas	504 horas	1008 horas
Silastic pigmentado	8,64 (0,96) A,a	8,09 (0,75) A,a	7,62 (1,20) A,a
Silastic incolor	4,22 (1,95) B,a	4,19 (1,51) B,a	3,08 (0,92) BC,a
Rapidaflex	7,42 (0,76) A,a	7,31 (0,53) AC,a	4,21 (0,29) B,b
Lentaflex	7,31 (0,18) A,a	6,91 (0,75) A,a	2,94 (0,69) C,b
Resina pigmentada	4,92 (0,57) B,a	6,08 (0,71) C,b	8,04 (0,91) A,c
Resina incolor	2,46 (0,68) C,a	2,91 (0,96) D,b	2,25 (1,09) C,a

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

De acordo com os resultados, pode-se observar que, independente do período de envelhecimento, ocorreu alteração de cor entre os materiais (Tabela 3).

A diferença de cor entre o Silastic MDX4-4210 pigmentado e o incolor foi estatisticamente significativa ( $p < 0,01$ ) nos três períodos de envelhecimento (252, 504 e 1008 horas), bem como entre a resina termopolimerizável pigmentada e a resina incolor.

O tempo de envelhecimento acelerado não promoveu diferença estatisticamente significativa entre as médias de alteração de cor dos grupos confeccionados com silicone Silastic MDX4-4210 (Tabela 3).

O período de envelhecimento de 1008 horas teve influência estatisticamente significativa sobre os valores de alteração de cor das resinas Rapidaflex, Lentaflex, Resina Termopolimerizável Pigmentada. Entretanto, não foi verificada diferença estatisticamente significativa para a Resina Termopolimerizável Incolor neste mesmo período.

Verificou-se, pelo método visual, alteração cromática em todos os materiais analisados, nas primeiras 252 horas de envelhecimento. Contudo, após 504 horas de envelhecimento, os observadores não conseguiram detectar alteração no padrão cromático dos materiais analisados. Em 1008 horas, somente as resinas Rapidaflex, Lentaflex e a Termopolimerizável Incolor apresentaram instabilidade de cor visualmente perceptível, tornando-se mais amareladas.

### 3.6 DISCUSSÃO

De acordo com os resultados obtidos neste estudo (Tabela 3), pode-se verificar que, tanto as resinas acrílicas quanto o silicone, apresentaram instabilidade de cor ( $\Delta E > 0$ ), constatada visualmente. Além disso, as resinas e os silicones, de um modo geral, apresentaram valores de variação de cor muito próximos, já que não ocorreu diferença estatística significativa entre os valores de  $\Delta E$  do Silastic pigmentado e das resinas Rapidaflex e Lentaflex após 252 e 504 horas de envelhecimento e, entre o Silastic pigmentado e a resina pigmentada em 1008 horas de envelhecimento.

Esse fato evidencia bem que tanto as resinas quanto o silicone sofrem, com o envelhecimento, alteração de cor, podendo esta ser causada por fatores intrínsecos e extrínsecos<sup>16,17</sup>. Os fatores intrínsecos envolvem a própria descoloração do material, com alteração de sua matriz<sup>18</sup>. Isto frequentemente ocorre com o envelhecimento do material, devido a várias condições físico-químicas, como mudanças térmicas e umidade<sup>19</sup>. Fatores extrínsecos como a absorção e adsorção de substâncias também podem causar descoloração<sup>20,21</sup>.

Os menores valores de variação de cor ocorreram nos materiais não pigmentados, Silastic MDX4-4210 e Resina Acrílica Termopolimerizável incolores, nos períodos analisados, e na resina Lentaflex, após 1008 horas de envelhecimento (Tabela 3). Os resultados

indicaram que estes materiais apresentam estabilidade de cor satisfatória, sendo indicados para o uso clínico<sup>1,5,6,22</sup>.

A análise espectrofotométrica revelou que o silicone MDX4-4210 pigmentado apresentou os maiores valores de alteração cromática nos períodos correspondentes a 252 e 504 horas de envelhecimento (Tabela 3). Além disso, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os corpos-de-prova incolores e pigmentados deste silicone, independente do período de tempo analisado, comprovando que algumas propriedades físicas e mecânicas, como a estabilidade de cor, podem variar de acordo com a adição de pigmentos. Sabe-se que esse silicone é um polímero que se apresenta comercialmente como um líquido viscoso moderado<sup>23,24</sup> com baixo nível de energia coesiva e, portanto possui uma interação molecular fraca<sup>23</sup>, o que dificulta a incorporação de pigmentos. Desse modo, as partículas pequenas tendem a se agregar, mas as maiores se separam do polímero<sup>23</sup>, podendo causar variação no padrão cromático destes materiais. A polimerização destes elastômeros é bastante influenciada por materiais orgânicos<sup>24</sup>, como o pó de maquiagem utilizado neste estudo. Quando empregado pode retardar o processo de polimerização destes materiais, fazendo com que o envelhecimento acelerado tenha maior ação sobre os mesmos até sua completa polimerização.

Entre a resina termopolimerizável incolor e pigmentada também foi verificada diferença estatística significativa, independente do período de envelhecimento analisado. Algumas possíveis razões para este fato



são atribuídas também aos pigmentos incorporados à resina<sup>9,22</sup> ou pela presença de porosidades causada por um superaquecimento ou falta de pressão (atmosférica) durante a polimerização<sup>22</sup>. Essa alteração de cor pode ainda ser resultado de mudança da matriz orgânica, como a inibição, hidrólise e decomposição de reações poliméricas, resultando em divisão das cadeias principais<sup>26</sup>, com separação do pigmento.

De acordo com os dados da Tabela 3, pode-se verificar que os materiais pigmentados apresentaram maior alteração de cor nas primeiras 252 horas de envelhecimento, comprovada visualmente. De acordo com Beatty et al.<sup>27</sup>, a alteração de cor que ocorre logo após a confecção das próteses pode ser causada por mudanças químicas na cadeia polimérica ou por perda de cor que acontece com alguns pigmentos sensíveis à ação da luz ultravioleta. Os polímeros (resinas e silicone), sem pigmentação, não apresentaram variação de cor relevante. Neste caso, os pigmentos passam a ser os responsáveis pela instabilidade de cor destes materiais. Os de origem orgânica (pó de maquiagem) são os que sofrem maior degradação e acabam se dissolvendo quando em contato com a luz UV<sup>1,28</sup>.

O Silastic MDX4-4210, incolor e pigmentado, não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os valores de alteração cromática relativos aos períodos de envelhecimento de 252, 504 e 1008 horas. Isso se deve ao fato deste elastômero possuir sílica em sua composição, com característica hidrofóbica, que impede que o elastômero

absorva água durante o envelhecimento acelerado<sup>29</sup>.

O envelhecimento acelerado por 1008 horas teve influência estatisticamente significativa na estabilidade de cor de todas as resinas pigmentadas (Rapidaflex, Lentaflex, Resina Termopolimerizável Pigmentada). Isso pode ter ocorrido devido ao polimetilmetacrilato (PMMA) absorver água durante seu processo contínuo de polimerização, gerando maior solubilidade dos pigmentos e descoloração<sup>30</sup>, causando maior instabilidade de cor<sup>31</sup> durante o envelhecimento acelerado.

Associado a isso, sabe-se que a maioria dos polímeros possui em suas cadeias moleculares anéis aromáticos e ligações C=C, que absorvem luz ultravioleta, provocando instabilidade de cor. Quando uma molécula de polímero absorve luz ultravioleta, através de grupos funcionais, essa energia leva a estrutura a um estado mais instável. Este excesso de energia pode ser desativado por vários caminhos, como transferir a excitação à outra molécula e, assim, reestabilizar-se. Estes grupos podem retornar por etapas ao seu estado original, reemitindo o excesso de energia em comprimento de onda mais longo, tais como luz visível ou calor. Se a molécula excitada dispersar o excesso de energia por algum meio, haverá um rompimento, isto é, a degradação fotoquímica. Estes fatores concorrem concomitantemente para o aparecimento de deterioração, tais como perda de cor ou brilho, perda de opacidade, aparecimento de trincas, enrijecimento<sup>23</sup>.

O mesmo ocorreu com a Resina Termopolimerizável Incolor, que

apresentou valores de alteração de cor semelhantes, não sendo diferentes estatisticamente entre os períodos de 252 e 1008 horas. Contudo, no período de 504 horas foi diferente estatisticamente. Apesar desse resultado sugerir uma semelhança cromática entre os corpos-de-prova após 252 e 1008 horas, não significa que a resina avaliada tenha recuperado o aspecto inicial, apesar da degradação. Nesse caso não ocorreu influência do pigmento, mas visualmente foi constatado amarelamento dos corpos-de-prova confeccionados com essa resina. Pequenas alterações cromáticas, na luminosidade ou demais componentes da cor dos corpos-de-prova, poderiam ser percebidas se os valores de cada eixo do CIE Lab fossem analisados individualmente. A ausência de pigmentos permite compreender que a deterioração do polímero e sua conseqüente descoloração dependem tanto do modo de polimerização quanto da sua característica química<sup>9</sup>.

Fato curioso ocorreu após 1008 horas de envelhecimento acelerado, no qual os corpos-de-prova do Silastic, incolor e pigmentado, e das resinas Rapidaflex e Lentaflex, apresentaram valores de variação de cor menores do que os períodos correspondentes a 252 e 504 horas. Em um primeiro instante, observando os resultados, pareceu que os corpos-de-prova retornaram à cor inicial, fato contraditório à análise visual. Neste caso, pode-se pensar que, durante o envelhecimento de 252 e 504 horas, os pigmentos que não estavam presos à cadeia molecular do polímero sofreram oxidação pela ação da luz UV<sup>32</sup>, deixando o material mais

instável em relação à cor. Após 1008 horas, esses pigmentos foram removidos pela ação do envelhecimento acelerado e a matriz orgânica dos polímeros começou a ser degradada, o que mascarou os resultados.

Somente a Resina Termopolimerizável Pigmentada teve seus valores de variação de cor aumentados com o tempo de envelhecimento (Tabela 3). Quando essa foi comparada à resina Lentaflex, verificou-se diferença estatística significativa entre elas em todos os períodos de envelhecimento. Possivelmente, os pigmentos utilizados pelo fabricante na coloração da resina Lentaflex foi diferente daqueles utilizados para a pigmentação da Resina Termopolimerizável Incolor. O pigmento utilizado nas resinas Rapidaflex e Lentaflex não foi revelado, o fabricante somente relatou que em suas resinas eram incorporados pigmentos orgânicos e inorgânicos, em proporções iguais (1:1). Outro fato que pode ter influência na estabilidade de cor destas resinas se relaciona ao processo de incorporação dos pigmentos. O método industrializado consegue maior homogeneidade entre o pó do polímero e os corantes. Isto faz com que, após a polimerização, os pigmentos estejam adequadamente inseridos na cadeia polimérica, constituindo ligações fortes, estabilizando a cor mesmo com o envelhecimento do material.

Comparando as resinas Rapidaflex e Lentaflex, verificou-se diferença estatisticamente significativa entre os valores de  $\Delta E$ , após 1008 horas de envelhecimento acelerado. De acordo com o fabricante, as resinas autopolimerizáveis, como a Rapidaflex, apresentam alta

quantidade de reagentes adicionais, como o peróxido de benzoíla. Este reagente se mantém após a polimerização da resina e pode alterar a cor destes materiais<sup>33</sup>. Além disso, a oxidação do composto aromático dimetil-p-toluidina, presente somente nas resinas autopolimerizáveis<sup>34,35</sup>, pode ter causado maior degradação de cor nos corpos-de-prova confeccionados com a resina Rapidaflex. Vale ressaltar que as resinas autopolimerizáveis apresentam baixas taxas de conversão durante a polimerização, obtendo como produto final grande quantidade de monômero residual. Isto pode interagir com os pigmentos presentes no polímero, deteriorando ainda mais a cor.

Com isso, percebe-se que mais estudos são necessários para avaliar a influência de outros pigmentos sobre a estabilidade de cor dos materiais utilizados rotineiramente na prática clínica.

### 3.7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- Tanto as resinas quanto o silicone apresentaram, pela análise espectrofotométrica, instabilidade de cor em todos os períodos de tempo analisados, sendo visualmente detectável após 252 horas de envelhecimento acelerado;
- Os materiais sem a incorporação dos pigmentos apresentaram os menores valores de alteração de cor;
- Os pigmentos utilizados neste trabalho parecem ser os principais responsáveis pela instabilidade de cor das resinas e do silicone;
- O envelhecimento acelerado com a utilização de luz ultravioleta, umidade e calor, influenciou na estabilidade de cor das resinas avaliadas;

### AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP- (Processos n<sup>os</sup> 05/57718-4, 2006/57120-4, 2004/13752-1), por propiciar a realização deste trabalho por meio da concessão de bolsa de mestrado e auxílio pesquisa.

### 3.8 REFERÊNCIAS

1. Mancuso DN, Goiato MC, Dekon SFC. Evaluation visual of color stability after accelerated aging of pigmented and non-pigmented silicones to be used in facial prostheses. *Ind J Den Res* 2008; 19. *In press*.
2. Goiato MC, Mancuso DN, Sandefeld MLMM, Gabriel MBM, Murakawa AC, Guiotti AM. Aesthetic and functional ocular rehabilitation. *Oral Oncology Extra* 2005; 41:161-164.
3. Goiato MC, Fernandes AUR, Santos DM, Barão VA. Positioning of magnets on multiple/sectional maxillofacial prosthesis. *J Contemp Dent Pract* 2007; 8:101-107.
4. Goiato MC, Santos DM, Gennari Filho H, Zavanelli AC, Dekon SFC, Mancuso DN. Influence of investment, disinfection and storage on the microhardness of ocular resins. *J Prosthodontics* 2008; *In press*.
5. Lewis DH, Castleberry DJ. An assessment of recent advances in external maxillofacial materials. *J Prosthet Dent* 1980; 43: 426-432.
6. Yu R, Koran IIIA, Craig RG. Physical properties of a pigmented silicone maxillofacial material as a function of accelerated aging. *J Dent Res* 1980; 59: 1141-1148.
7. Bulbulian AH. Maxillofacial prosthetics: evolution and practical application in patient rehabilitation. *J Prosthet Dent* 1965; 15: 554-569.

8. Hanson MD, Shipman B, Blomfield JV, Janus CE. Commercial cosmetics and their role in the coloring of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1983; 50: 818-820.
9. Polyzois GL. Color stability of facial silicone prosthetic polymers after outdoor weathering. *J Prosthet Dent* 1999; 82: 447-450.
10. Benoist M. Utilisation des résines souples em prothèse maxillo-faciale. *Rev Stomatol* 1962 ; 63:532-533.
11. Andres CJ, Haug SP, Brown DT, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers: Part II--Report of survey. *J Prosthet Dent*. 1992; 68:519-522.
12. Lemon JC, Chambers MS, Jacobsen ML, Powers JM. Color stability of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1995; 74(6): 613-618.
13. Schaaf NG. Color characterizing silicone rubber facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1970; 24(2): 198-202.
14. Ishigami T, Tanaka Y, Kishimoto Y, Okada M. A facial prosthesis made of porcelain fused to metal: a clinical report. *J Prosthet Dent* 1997; 77(6): 564-567.
15. Commission Internationale de l'Eclairage - CIE (1985): Colorimetry, Official Recommendations of the International Commission on Illumination, 2nd ed., Publication CIE No. 15.2 (TC-1.3), Paris, France: Bureau Central de la CIE.
16. Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 2004; 32:3-12.



17. Villalta P, Lu H, Okte Z, Garcia-Godoy F, Powers JM. Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resin. *J Prosthet Dent* 2006; 95:137-142.
18. Wilson NH, Burke FJ, Mjor JA. Reasons for placement and replacement of restorations of direct restorative materials by a selected group of practitioners in the United Kingdom. *Quintessence Int* 1997; 28:245-248.
19. Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, Ripps A. Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent* 2000; 25:520-525.
20. Satou N, Khan AM, Matsumae I, Satou J, Shintani H. In vitro color change of composite-based resins. *Dent Mater* 1989; 5:384-387.
21. Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaker M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent* 2000; 12:258-263.
22. Craig RG, Koran A, Yu R, Spencer J. Color stability of elastomers for maxillofacial appliances. *J Dent Res*. 1978; 57:866-871.
23. Anusavice KJ. *Phillips' science of dental materials*. 11<sup>th</sup> ed. St Louis: Elsevier, 2003.
24. Koran A, Yu R, Powers JM, Craig RG. Color stability of a pigmented elastomer for maxillofacial appliances. *J Dent Res*. 1979; 58:1450-1454.

25. Kiat-Amnuay S, Mekayarajjananonth T, Powers JM, Chambers MS, Lemon JC. Interactions of pigments and opacifiers on color stability of MDX4-4210/type A maxillofacial elastomers subjected to artificial aging. *J Prosthet Dent*. 2006; 95:249-257.
26. Jin C, Nikawa H, Makihira S, Hamada T, Furukawa M, Murata H. Changes in surface roughness and colour stability of soft denture lining materials caused by denture cleansers. *J Oral Rehabil* 2003; 30:125-130.
27. Beatty MW, Mahanna GK, Dick K, Jia W. Color changes in dry-pigmented maxillofacial elastomer resulting from ultraviolet light exposure. *J Prosthet Dent* 1995; 74: 493-498.
28. Mayer R. *The artist's handbook of materials and techniques*. 5<sup>a</sup> ed. New York: Viking Penguin, 1991.
29. Aziz T, Waters M, Jagger R. Development of a new poly(dimethylsiloxane) maxillofacial prosthetic material. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2003; 65:252-261.
30. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of food-simulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. *J Dent* 2005; 33:389-398.
31. Ergun G, Mutlu-Sagesen L, Ozkan Y, Demirel E. In vitro color stability of provisional crow and bridge restoration materials. *Dent Mater J* 2005; 24:342-350.

32. Haug SP, Andres CJ, Moore BK. Color stability and colorant effect on maxillofacial elastomers. Part III: weathering effect on color. *J Prosthet Dent*. 1999; 81:431-438.
33. Rosentritt M, Esch J, Behr M, Leibrock A, Handel G. In vivo color stability of resin composite veneers and acrylic resin teeth in removable partial dentures. *Quintessence Int* 1998; 29: 517-522.
34. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 1983; 41: 11-18.
35. May KB, Razzoog ME, Koran A 3rd, Robinson E. Denture base resins: comparison study of color stability. *J Prosthet Dent* 1992; 68: 78-82.

*ANEXOS*



---

## **ANEXO A – Normas das revistas selecionadas para a publicação dos artigos**

### **CAPÍTULO 1**

#### **THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PROSTHODONTICS**

##### **Author Guidelines**

*The International Journal of Prosthodontics* will consider for publication original articles on relevant prosthodontic clinical research and patients' oral rehabilitative needs. The submitted articles must not have been published or submitted for publication elsewhere. Articles may be submitted as Long (LC) or Short Communications (SC), with both formats undergoing identical review processes. Papers dealing with the clinical management of prosthodontic patients or clinically relevant biomaterials investigations are more likely to be accepted as LCs, while laboratory investigations, pilot or preliminary studies, and case history reports should be preferably submitted as SCs. The Editor-in-Chief reserves the right to request that an author change a submission from an LC to an SC, or vice versa.

##### **Review/editing of manuscripts.**

Manuscripts will be reviewed by the editor-in-chief, one associate editor, and one or two reviewers or consultants with expertise within the scope of the article. Papers that draw conclusions from statistical evidence may be reviewed by a statistical consultant. The publisher reserves the right to edit accepted manuscripts to fit the space available and to ensure conciseness, clarity, and stylistic consistency, subject to the author's final approval.

##### **Adherence to guidelines.**

Manuscripts that are not prepared in accordance with these guidelines will be returned to the author before review.

---

Submit manuscripts in the following order of preference:

1. **Via online submission service** ([www.manuscriptmanager.com/ijp](http://www.manuscriptmanager.com/ijp))  
Manuscripts should be uploaded as PC Word (doc) files with tables
-

---

and figures preferably embedded within the document. No paper version is required.

**2. Via e-mail as a PC Word or PDF document**  
([ijp.submit@quintbook.com](mailto:ijp.submit@quintbook.com))

Illustrations should be embedded in the PC Word document but can be attached in any format that can be opened using Adobe Photoshop (tif, eps, jpg) or as Microsoft PowerPoint documents (ppt). No paper version is required.

**3. Via mail: one paper copy of the manuscript and figures plus a floppy disk or CD-ROM (mandatory)**

The disk/CD-ROM should contain a word file of the manuscript text and tables. Figures should be embedded in the PC Word document but can be included as separate files on the disk in any format that can be opened using Adobe Photoshop (tif, eps, jpg) or as Microsoft PowerPoint documents (ppt). Send submissions via mail to:

Dr George A. Zarb

Editor-in-Chief

The International Journal of Prosthodontics

Department of Prosthodontics

Faculty of Dentistry

University of Toronto

124 Edward Street

Toronto, Ontario, M5G 1G6 Canada

---

### **Manuscript Preparation**

The Journal will follow as much as possible the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors (Vancouver Group) in regard to preparation of manuscripts and authorship (Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. Ann Intern

---

---

Med 1997;126:36–47). Short Communications must not exceed 700 words, 4 illustrations with concise legends, and 5 references.

Manuscripts should be typed double-spaced with a 1-inch margin all around. Number all pages.

- **Title page.** This should include the title of the article (descriptive but as concise as possible) and the name, degrees, title, professional affiliation, and full address of all authors. Phone, fax, and e-mail address must also be provided for the corresponding author, who will be assumed to be the first-listed author unless otherwise noted. If the paper was presented before an organized group, the name of the organization, location, and date should be included.
  - **Abstract/key words.** For Long Communications, include a maximum 250-word structured abstract (with headings Aims, Methods, Results, Conclusion) and five key words. Short Communications should include a 100-word abstract that can be published on PubMed.
  - **Introduction.** Summarize the rationale and purpose of the study, giving only pertinent references. Clearly state the working hypothesis.
  - **Materials and Methods.** Present materials and methods in sufficient detail to allow confirmation of the observations. Published methods should be referenced and discussed only briefly, unless modifications have been made. Indicate the statistical methods used, if applicable.
  - **Results.** Present results in a logical sequence in the text, tables, and illustrations. Do not repeat in the text all the data in the tables or illustrations; emphasize only important observations.
  - **Discussion.** Emphasize new and important aspects of the study and the conclusions that follow from them. Do not repeat in detail data or other material given in the Introduction or Results section. Relate observations to other relevant studies; point out the implications of the findings and their limitations.
  - **Acknowledgments.** Acknowledge persons who have made substantive contributions to the study. Specify grant or other financial support, citing the name of the supporting organization and grant number.
  - **Figure Legends.** Figure legends should be grouped at the end of the text and typed double-spaced.
  - **Abbreviations.** The full term for which an abbreviation stands should precede its first use in the text unless it is a standard unit of measurement.
-

- 
- **Trade names.** Generic terms are to be used whenever possible, but trade names and manufacturer should be included parenthetically at first mention.

## References

- All references must be cited in the text, numbered in order of appearance.
- The reference list should appear at the end of the article in numeric sequence.
- Do not include unpublished data or personal communications in the reference list. Cite such references parenthetically in the text and include a date.
- Avoid using abstracts as references.
- Provide complete information for each reference, including names of all authors (up to six). If the reference is to part of a book, also include the title of the chapter and names of the book's editor(s).

### Journal reference style:

1. Turp JC, Kowalski CJ, Stohler CS. Treatment-seeking patterns of facial pain patients: Many possibilities, limited satisfaction. *J Orofac Pain* 1998;12:61–66.

### Book reference style:

1. Hannam AG, Langenbach GEJ, Peck CC. Computer simulations of jaw biomechanics. In: McNeill C (ed). *Science and Practice of Occlusion*. Chicago: Quintessence, 1997:187–194.

---

## Illustrations and Tables

- All illustrations and tables should be numbered and cited in the text in order of appearance.
  - Illustrations and tables should be embedded in a PC Word document.
  - All illustrations and tables should be grouped at the end of the text.
  - High-resolution images must be sent to Dr Zarb's office.
  - Original artwork or slides may still be required of the author after acceptance of the article.
-



---

### **Mandatory Submission Form**

The Mandatory Submission Form must be signed by all authors and faxed to Dr Zarb's office (+416-979-4936).

---

### **Permissions and Waivers**

- Permission of author and publisher must be obtained for the direct use of material (text, photos, drawings) under copyright that does not belong to the author.
  - Waivers must be obtained for photographs showing persons. When such waivers are not supplied, faces will be masked or cropped to prevent identification.
  - Permissions and waivers should be faxed along with the Mandatory Submission Form to Dr Zarb's office (+416-979-4936).
-

## CAPÍTULO 2

### POLYMER DEGRADATION AND STABILITY

#### Guide for Authors

##### Submission of Papers:

Authors are requested to submit their manuscript online via <http://ees.elsevier.com/pdst>. Prior to submission, authors are encouraged to read the instructions available by following this link and clicking on the 'help' icon in the top right hand corner of the page.

Papers essentially of an advertising nature will not be accepted. All submissions will be independently refereed.

Submission of a paper implies that it has not been published previously, that it is not under consideration for publication elsewhere, and that if accepted it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the publisher.

##### Types of Contributions

Original research papers; review articles; technical notes; short reports; news and announcements; book reviews; letters to the editors.

##### Manuscript Preparation

**General:** Manuscripts must be typewritten, double-spaced with wide margins on one side of white paper. A font size of 12 or 10 pt is required. The title of the paper should unambiguously reflect its content. Where the title exceeds 70 characters, a suggestion for an abbreviated running title should be given. The corresponding author should be identified (include a Fax number and E-mail address). Full postal addresses must be given for

---

all co-authors. The use of proprietary names should be avoided. Authors should consult a recent issue of the journal for style if possible. The Editors reserve the right to adjust style to certain standards of uniformity.

**Language and Style:** Manuscripts should be written in English in a clear and concise manner and follow the style of a current issue of *Polymer Degradation and Stability*. Authors whose native language is not English should have the spelling, grammar, and style checked by someone fully proficient in the English language.

**Manuscripts which are not written in fluent English will be rejected automatically without refereeing.**

English language help service: please consult our sponsored services at <http://www.elsevier.com/languagepolishing>

**Paper Length:** Generally, the size of the manuscript should be a minimum consistent with clarity.

**Abstracts:** Each paper should be provided with an abstract of 100-150 words, reporting concisely on the purpose and results of the paper.

**Text:** Follow this order when typing manuscripts: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Main text, Acknowledgements, Appendix, References, Figure Captions and then Tables. Do not import the Figures or Tables into your text. The corresponding author should be identified with an asterisk and footnote. All other footnotes (except for table footnotes) should be identified with superscript Arabic numbers.

**Units:** The SI system should be used for all scientific and laboratory data; if, in certain instances, it is necessary to quote other units, these should be added in parentheses. Temperatures should be given in degrees Celsius.

---

---

The unit billion ( $10^9$  in America,  $10^{12}$  in Europe) is ambiguous and should not be used.

Abbreviations for units should follow the suggestions of the British Standards publication BS 1991. The full stop should not be included in abbreviations, e.g. m (not m.), ppm (not p.p.m.), and should be used in preference to per cent and per. Where abbreviations are likely to cause ambiguity or may not be readily understood by an international readership, units should be put in full. Current recognised (IUPAC) chemical nomenclature should be used, although commonly accepted trivial names may be used where there is no risk of ambiguity.

**References:** All publications cited in the text should be presented in a list of references following the text of the manuscript. In the text refer to references by a number in square brackets on the line (e.g. Since Coskun[1]), and the full reference should be given in a numerical list at the end of the paper.

References should be given in the following form:

1. Coskun M, Demirelli K. Thermal degradation of sulphonylated polystyrene. *Polym Degrad Stab* 1996;51(2):173-178.
2. Andrade JD, editor. *Polymer surface dynamics*. New York: Plenum Press, 1988.
3. Ratner BD, Yoon SC, Kaul A, Rahman R. In: Planck H, Syre I, Dauner M, Egbers G, editors. *Progress in biomedical engineering*, Vol. 3: *Polyurethanes in biomedical engineering II*. Amsterdam: Elsevier, 1987. p. 213.
4. Tai D, Terazawa M, Chen CL, Kirk TK. *Proceedings International Symposium Wood Pulping Chemistry* 1983;4:144-149.

**Illustrations:** Photographs, charts and diagrams are all to be referred to as "Figure(s)" and should be numbered consecutively in the order to which

---

---

they are referred. They should accompany the manuscript, but should not be included within the text. All figures are to have a caption.

**Tables:** Tables should be numbered consecutively and given a suitable caption. Footnotes to tables should be typed below the table and should be referred to by superscript lowercase letters. No vertical rules should be used. Tables should not duplicate results presented elsewhere in the manuscript, (e.g. in graphs).

#### Proofs

Proofs will be sent to the author (first named author if no corresponding author is identified of multi-authored papers) and should be returned within 48 hours of receipt. Corrections should be restricted to typesetting errors; any others may be charged to the author. Any queries should be answered in full. Please note that authors are urged to check their proofs carefully before return, since the inclusion of late corrections cannot be guaranteed.

#### Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail or, alternatively, twenty-five free paper offprints. The PDF file is a watermarked version of the published article and includes a cover sheet with the journal cover image and a disclaimer outlining the terms and conditions of use.

#### Copyright

All authors must sign the "Transfer of Copyright" agreement before the article can be published. This transfer agreement enables Elsevier Ltd to protect the copyrighted material for the authors, but does not relinquish the author's proprietary rights. The copyright transfer covers the exclusive rights to reproduce and distribute the article, including reprints, photographic reproductions, microfilm or any other reproductions of similar

---

---

nature and translations. This includes the right to adapt the article for use in conjunction with computer systems and programs, including reproduction or publication in machine-readable form and incorporation in retrieval systems. Authors are responsible for obtaining from the copyright holder permission to reproduce any figures for which copyright exists.

For enquiries relating to the submission of articles (including electronic submission where available), please visit this journal's homepage at <http://www.elsevier.com/locate/pdst>

For enquiries relating to the submission of articles (including disk submission), the status of accepted articles via our Author Gateway, electronic artwork, Frequently Asked Questions and any other enquiries relating to Elsevier, please consult the Author Gateway <http://authors.elsevier.com>.

You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle> and set up e-mail alerts to inform you of when an article's status has changed, as well as copyright information, frequently asked questions and more.

For specific enquires on the preparation of electronic artwork, consult <http://www.elsevier.com/artworkguidelines>

Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, are provided when an article is accepted for publication.

---

## ANEXO B – Ilustrações da fase laboratorial da metodologia experimental



FIGURA 1 - Resinas acrílicas Lentaflex e Termopolimerizável incolor (A.O.Clássico Ltda, Brasil)



FIGURA 2 - Resina acrílica Rapidaflex (A.O.Clássico Ltda, Brasil)



FIGURA 3 - Silicone Silastic MDX4-4210 (Dow Corning, USA)



FIGURA 4 - Pigmentos utilizados para caracterização dos materiais incolores





FIGURA 5 - Matriz metálica e discos de resina acrílica autopolimerizável JET (A.O.Clássico Ltda, Brasil) para obtenção dos moldes em mufla



FIGURA 6 - Moldes em gesso ortodôntico para preenchimento com silicone Silastic, em mufla para microondas



FIGURA 7 - Moldes em silicone laboratorial para preenchimento com resinas acrílicas, em mufla para microondas



FIGURA 8 - Politriz automática APL-4 (Arotec, Brasil)



FIGURA 9 - Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível, Modelo UV-2450  
(Shimadzu, Japão)

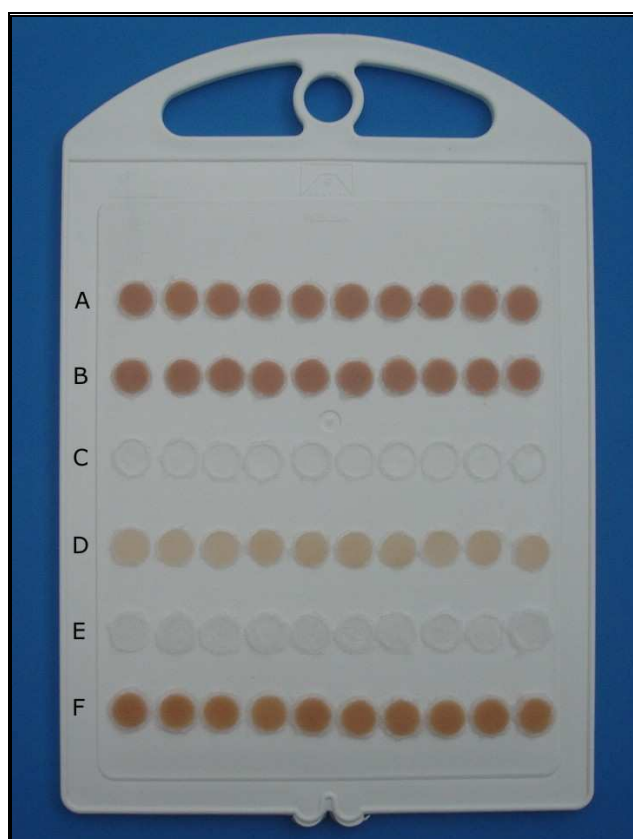


FIGURA 10 - Corpos-de-prova submetidos ao envelhecimento natural. (A) Resina acrílica Lentaflex, (B) Resina acrílica Rapidaflex, (C) Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, (D) Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, (E) Silastic MDX4-4210 incolor, (F) Silastic MDX4-4210 pigmentado

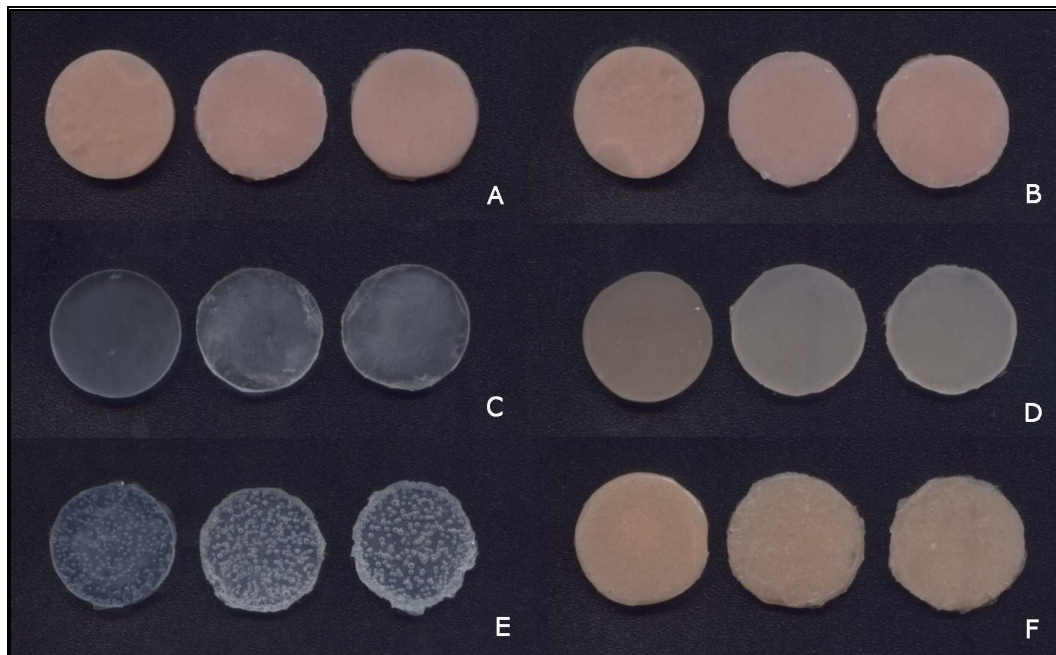


FIGURA 11 – Corpos-de-prova antes e após 90 e 180 dias de envelhecimento natural. (A) Resina acrílica Rapidaflex, (B) Resina acrílica Lentaflex, (C) Resina acrílica Termopolimerizável incolor, (D) Resina acrílica Termopolimerizável pigmentada, (E) Silastic MDX4-4210 incolor, (F) Silastic MDX4-4210 pigmentado

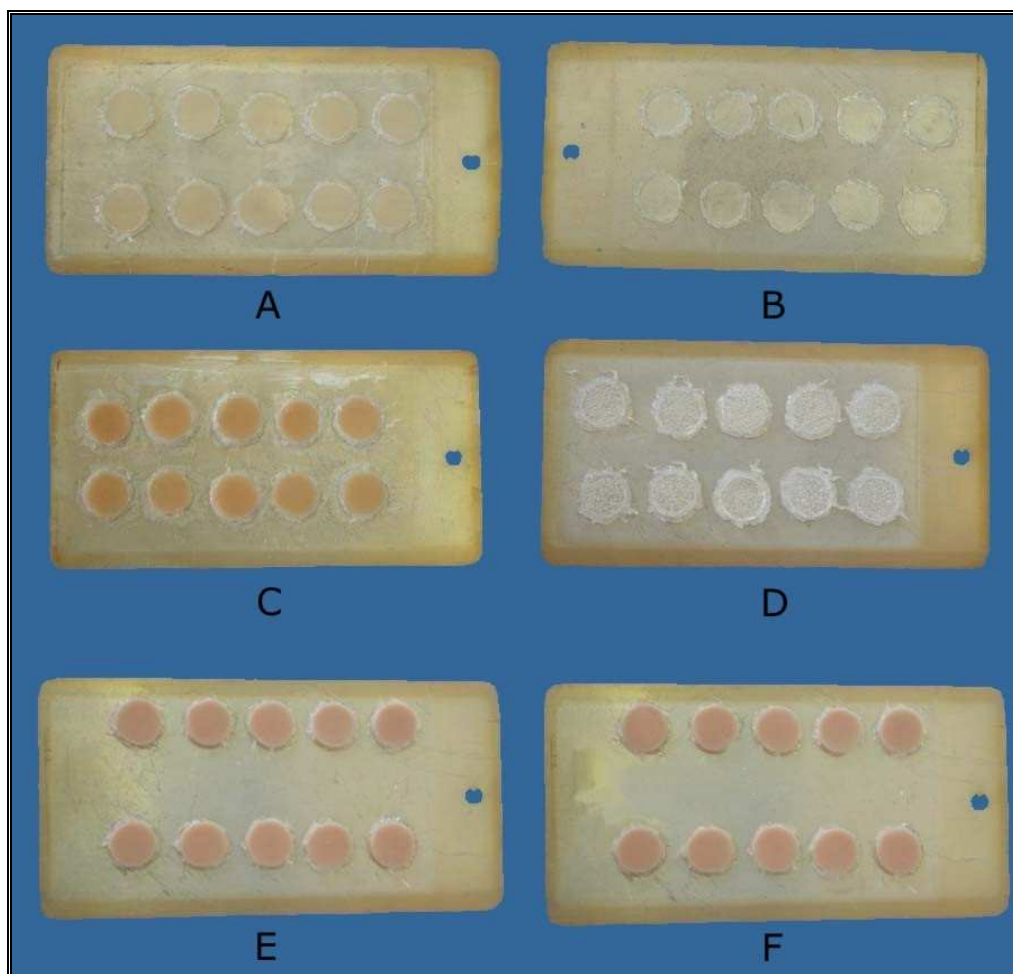


FIGURA 12 - Corpos-de-prova fixados em placas metálicas para o processo de envelhecimento acelerado. (A) Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, (B) Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, (C) Silastic MDX4-4210 pigmentado, (D) Silastic MDX4-4210 incolor, (E) Resina acrílica Lentaflex, (F) Resina acrílica Rapidaflex



FIGURA 13 - Câmara de envelhecimento acelerado para não-metálicos (Equilam, Brasil)



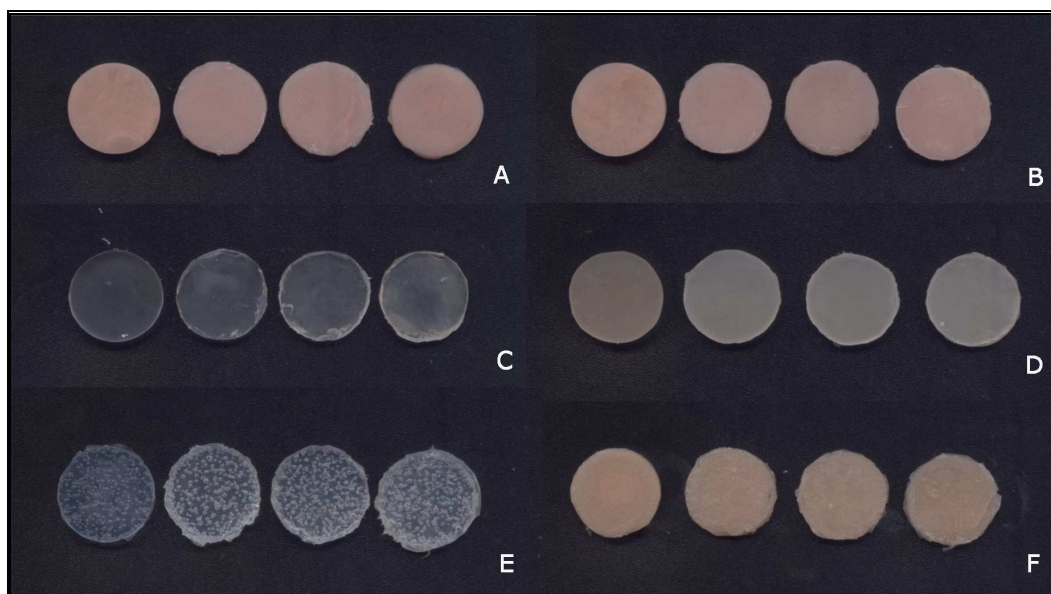


FIGURA 14 – Corpos-de-prova antes e após o envelhecimento acelerado de 252, 504 e 1008 horas. (A) Resina acrílica Rapidaflex, (B) Resina acrílica Lentaflex, (C) Resina acrílica Termopolimerizável incolor, (D) Resina acrílica Termopolimerizável pigmentada, (E) Silastic MDX4-4210 incolor, (F) Silastic MDX4-4210 pigmentado

## ANEXO C – Tabelas dos valores obtidos nos testes realizados

### CAPÍTULO 1

Tabela 4 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Rapidaflex, submetidos à ação do envelhecimento natural

	Envelhecimento Natural								
	Inicial			90 dias			180 dias		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	47,24	7,27	11,50	54,85	9,89	6,01	54,90	9,35	5,58
2	46,12	6,71	11,37	54,50	9,49	5,68	54,42	9,04	5,30
3	46,88	6,98	11,41	54,86	10,15	6,18	54,52	9,41	5,76
4	46,13	6,15	10,94	54,74	9,48	5,39	54,89	8,81	5,06
5	46,97	7,22	11,39	54,56	9,96	5,88	54,85	9,47	5,65
6	46,50	7,69	11,76	54,77	10,60	6,27	54,72	10,02	6,05
7	47,10	6,89	11,71	54,71	9,78	5,66	55,00	9,25	5,32
8	47,36	6,83	11,69	55,30	9,71	5,59	54,72	8,93	5,66
9	47,45	7,41	11,45	55,11	10,23	6,01	54,55	9,49	5,58
10	47,07	7,01	11,28	54,81	9,88	6,04	54,13	8,96	5,90



Tabela 5 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Lentaflex, submetidos à ação do envelhecimento natural

	Envelhecimento Natural								
	Inicial			90 dias			180 dias		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	46,55	6,84	11,21	53,81	9,18	9,90	54,00	8,70	5,58
2	46,72	6,60	11,67	53,36	8,93	9,91	53,59	8,32	5,30
3	46,64	6,62	11,04	53,96	9,06	9,59	53,38	8,18	5,76
4	46,97	6,70	11,65	53,37	8,94	9,27	53,92	8,46	5,06
5	47,15	7,00	11,43	54,21	9,38	9,38	54,10	8,64	5,65
6	47,33	7,17	11,24	54,13	10,01	9,48	54,60	9,48	6,05
7	46,39	6,63	10,83	53,66	9,52	9,80	53,80	8,71	5,32
8	46,69	6,52	11,06	53,35	8,68	8,92	53,14	8,33	5,66
9	46,56	6,67	11,34	53,18	9,15	9,83	53,53	8,44	5,58
10	46,73	6,52	11,34	53,12	8,97	9,69	53,80	8,42	5,90

Tabela 6 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 incolor, submetidos à ação do envelhecimento natural

	Envelhecimento Natural								
	Inicial			90 dias			180 dias		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	31,82	0,46	-3,59	34,17	-0,16	-4,02	35,23	0,12	-4,36
2	28,94	0,58	-4,28	35,68	-0,16	-3,95	34,63	0,14	-4,41
3	33,35	0,59	-3,71	34,09	-0,12	-4,24	33,80	0,08	-4,22
4	30,17	0,51	-4,10	38,31	-0,12	-3,64	39,80	0,07	-3,56
5	28,24	0,58	-4,12	32,61	-0,10	-4,62	34,30	0,11	-4,80
6	28,59	0,53	-4,12	31,52	-0,05	-4,05	31,50	0,19	-4,23
7	30,75	0,53	-3,75	36,79	-0,05	-3,78	35,36	0,16	-3,96
8	31,28	0,44	-3,42	33,64	-0,02	-4,30	34,26	0,18	-4,18
9	31,15	0,46	-3,64	31,97	-0,00	-4,11	35,35	0,17	-4,08
10	32,90	0,54	-4,01	35,80	-0,09	-4,19	34,02	0,15	-4,53

Tabela 7 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 pigmentado, submetidos à ação do envelhecimento natural

	Envelhecimento Natural								
	Inicial			90 dias			180 dias		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	42,85	5,97	13,22	51,86	7,75	17,11	51,01	6,82	16,62
2	43,39	7,49	15,57	52,20	7,90	16,99	52,10	6,99	17,10
3	42,85	6,91	15,36	52,40	7,29	16,41	52,43	6,28	16,10
4	43,04	5,91	13,45	51,80	6,68	15,95	51,17	5,64	15,30
5	42,76	7,80	16,18	50,98	8,24	17,48	50,73	7,23	17,17
6	44,22	6,63	14,16	52,72	7,25	16,26	52,84	6,49	16,36
7	42,83	7,34	15,69	50,44	7,53	16,62	50,79	6,72	16,67
8	42,47	7,57	15,96	52,32	7,60	16,32	51,52	6,92	16,59
9	42,65	7,40	15,45	51,19	7,85	17,13	52,09	6,87	16,53
10	43,80	6,61	14,40	52,09	6,97	16,15	52,69	6,29	16,20

Tabela 8 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, submetidos à ação do envelhecimento natural

	Envelhecimento Natural								
	Inicial			90 dias			180 dias		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	28,82	0,25	-0,59	35,14	-0,22	-1,04	33,61	-0,09	-0,07
2	29,74	0,20	-0,98	33,46	-0,13	-0,65	33,59	-0,12	-0,32
3	30,37	0,11	-0,95	33,27	-0,16	-0,97	31,95	-0,18	-0,64
4	30,03	0,19	-0,35	32,11	-0,05	-0,38	33,72	-0,13	-0,41
5	29,68	0,32	-0,83	32,28	-0,06	-0,43	33,02	-0,13	-0,38
6	29,82	0,16	-0,37	32,60	-0,10	-0,62	33,39	-0,12	-0,33
7	30,19	0,14	-0,76	32,97	-0,13	-0,68	32,97	-0,17	-0,74
8	30,74	0,12	-0,56	33,04	-0,18	-0,93	32,34	-0,14	-0,59
9	29,74	0,06	-0,87	32,78	-0,24	-1,13	32,37	-0,19	-0,83
10	30,34	0,18	-0,23	32,57	-0,08	-0,46	33,11	-0,13	-0,40

Tabela 9 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, submetidos à ação do envelhecimento natural

	Envelhecimento Natural								
	Inicial			90 dias			180 dias		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	34,02	0,96	2,47	41,64	0,08	3,12	42,55	0,04	4,03
2	34,32	1,22	2,75	41,97	0,14	3,35	44,30	0,07	4,11
3	34,68	0,99	2,66	42,05	0,11	3,23	44,03	0,07	4,21
4	36,65	1,29	4,43	44,42	0,40	4,83	45,92	0,22	5,49
5	37,25	1,20	4,06	44,49	0,30	4,67	46,13	0,21	5,66
6	37,18	1,33	4,34	43,59	0,35	4,69	45,08	0,15	5,10
7	37,21	1,24	4,54	43,84	0,15	4,25	47,02	0,11	5,28
8	36,47	0,77	3,14	43,53	-0,02	3,49	45,36	-0,06	4,56
9	36,66	1,05	3,92	43,50	0,21	4,12	45,07	0,06	4,98
10	36,39	1,17	3,76	42,65	0,13	3,88	45,48	-0,02	4,88

## CAPÍTULO 2

Tabela 4 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Rapidaflex, submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	Envelhecimento Acelerado											
	Inicial			252 h			504 h			1008h		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	46,90	7,47	11,88	52,44	8,20	11,06	53,90	8,87	10,44	45,17	8,27	7,94
2	45,45	6,65	11,32	55,62	7,19	10,24	55,01	7,61	9,48	46,37	7,30	7,04
3	47,38	7,16	11,81	54,17	8,08	11,18	53,76	8,10	9,93	45,33	8,15	7,88
4	46,74	7,09	11,63	54,63	8,14	11,42	53,24	8,20	10,31	45,88	8,07	8,08
5	46,37	7,15	11,54	54,36	8,50	11,67	54,60	8,58	10,82	44,81	7,79	7,88
6	46,68	7,84	11,86	54,52	9,19	12,07	54,01	9,26	11,08	44,86	8,48	8,46
7	47,11	7,11	11,92	54,24	7,34	12,33	53,74	7,81	10,83	45,69	7,73	8,34
8	46,98	6,72	11,59	54,07	7,54	10,59	53,72	7,65	9,62	44,83	7,35	7,61
9	47,10	6,73	11,63	54,70	7,83	10,81	53,72	7,97	9,84	45,68	7,74	7,55
10	46,94	6,68	11,50	54,41	7,15	12,16	53,68	7,45	10,57	44,89	7,26	7,97

Tabela 5 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de resina acrílica Lentaflex, submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	Envelhecimento Acelerado											
	Inicial			252 h			504 h			1008h		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	46,98	6,65	10,90	53,28	8,57	14,02	52,37	7,76	14,00	43,39	7,43	11,14
2	46,14	6,65	11,00	52,40	8,56	14,08	52,69	7,74	13,64	43,60	7,43	10,93
3	45,97	5,95	10,73	52,25	7,84	14,22	53,24	7,95	13,83	44,41	6,69	11,29
4	47,21	6,71	11,32	53,92	8,43	14,72	53,27	7,86	14,06	44,32	7,70	11,46
5	47,29	6,75	11,07	53,37	8,35	14,21	52,97	8,07	13,80	43,91	8,20	11,48
6	46,32	6,29	10,91	52,62	8,12	14,07	52,43	7,94	13,69	44,98	7,89	11,38
7	46,57	6,68	11,02	53,04	8,38	14,12	53,95	8,16	14,31	44,64	7,72	11,31
8	46,86	6,58	11,60	53,35	8,22	14,53	52,57	7,49	13,69	43,42	7,48	11,26
9	46,41	7,02	11,41	52,83	8,66	14,42	52,06	8,06	13,61	43,17	8,22	11,40
10	46,83	6,42	11,12	52,94	7,97	14,53	53,10	7,95	13,58	44,19	7,99	11,13

Tabela 6 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 incolor, submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	Envelhecimento Acelerado											
	Inicial			252 h			504 h			1008h		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	30,98	0,54	-3,32	36,72	0,06	-3,25	38,19	0,03	-2,77	35,04	-0,03	-2,75
2	33,23	0,46	-3,51	38,51	0,04	-2,88	35,81	-0,01	-3,36	35,60	-0,16	-2,85
3	33,75	0,29	-4,11	39,23	-0,10	-3,28	39,11	-0,13	-3,16	37,90	-0,31	-3,53
4	29,97	0,60	-4,45	35,59	0,08	-3,66	34,85	-0,01	-3,79	32,43	-0,16	-4,24
5	32,85	0,46	-3,89	34,42	0,04	-3,78	35,03	0,03	-3,95	36,66	-0,09	-2,96
6	32,54	0,53	-4,10	35,00	0,00	-3,39	35,38	-0,06	-3,45	34,76	-0,14	-3,14
7	30,58	0,51	-4,00	34,16	0,03	-3,75	34,40	0,02	-3,97	34,60	-0,21	-3,83
8	30,11	0,49	-3,99	37,37	0,01	-2,83	34,93	0,02	-4,01	32,39	-0,15	-3,90
9	31,49	0,56	-3,23	33,40	-0,01	-3,83	35,70	0,03	-2,87	32,84	-0,15	-4,01
10	29,96	0,50	-3,45	32,51	0,09	-3,56	33,34	0,04	-3,47	32,50	-0,11	-3,65



Tabela 7 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de silicone Silastic MDX4-4210 pigmentado, submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	Envelhecimento Acelerado											
	Inicial			252 h			504 h			1008h		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	42,96	6,5	14,53	52,89	6,03	14,41	49,40	5,28	14,33	47,03	5,34	12,38
2	42,24	5,72	12,85	51,55	6,54	14,72	50,33	5,69	14,80	49,66	6,74	15,55
3	42,56	6,36	13,59	50,06	6,73	15,30	49,79	5,80	15,04	50,59	6,70	14,50
4	43,53	6,06	13,01	51,04	6,51	14,78	50,88	5,72	14,78	50,96	6,47	14,66
5	43,48	7,78	15,99	51,27	8,39	17,49	51,66	7,48	17,36	49,83	6,69	14,99
6	42,58	5,67	12,74	50,75	5,96	14,18	50,62	5,26	14,37	49,94	5,88	14,02
7	43,16	5,28	12,15	51,11	5,72	14,05	51,86	5,16	14,53	51,79	5,81	14,07
8	42,71	6,74	15,53	50,35	7,03	15,43	51,41	6,32	15,86	51,04	7,11	15,55
9	41,81	5,17	14,00	51,34	5,67	14,01	50,66	4,90	14,01	50,36	5,69	13,95
10	41,81	5,17	15,57	51,59	6,19	14,60	49,76	5,67	15,17	49,66	6,23	14,61

Tabela 8 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável incolor, submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	Envelhecimento Acelerado											
	Inicial			252 h			504 h			1008h		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	30,12	0,14	-0,22	31,74	-0,06	-0,66	31,94	-0,02	-0,84	31,01	-0,09	-0,74
2	29,30	0,23	-0,43	32,53	0,02	-0,46	32,43	0,05	-0,47	31,97	0,00	-0,42
3	28,33	0,12	-1,08	31,82	-0,16	-1,41	33,48	-0,16	-1,53	32,97	-0,18	-1,50
4	29,21	0,19	-0,44	31,98	-0,03	-0,81	32,61	-0,01	-0,93	31,95	-0,06	-0,76
5	30,32	0,09	-1,12	32,58	0,01	-0,56	32,80	-0,03	-0,56	32,00	-0,11	-0,85
6	29,88	0,18	-0,37	32,39	0,01	-0,50	32,09	-0,02	-0,42	31,86	-0,03	-0,42
7	29,96	0,15	-0,39	32,78	-0,01	-0,64	33,14	0,01	-0,56	33,15	-0,05	-0,35
8	30,19	0,19	-0,28	31,69	0,03	-0,48	32,21	0,01	-0,48	31,49	-0,02	-0,49
9	30,13	0,17	-0,79	32,63	-0,06	-0,93	33,18	-0,04	-0,94	31,77	-0,11	-0,99
10	30,74	0,27	-0,30	32,33	0,03	-0,43	33,06	-0,01	-0,30	32,17	0,01	-0,32

Tabela 9 – Avaliação das alterações de cor dos corpos-de-prova de Resina Acrílica Termopolimerizável pigmentada, submetidos à ação do envelhecimento acelerado

	Envelhecimento Acelerado											
	Inicial			252 h			504 h			1008h		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*	L*	a*	b*
1	35,48	0,98	2,72	39,51	0,02	2,00	41,14	0,02	2,56	43,12	0,24	3,02
2	35,32	0,89	2,62	39,87	-0,07	2,09	41,01	0,01	2,60	42,98	0,30	3,49
3	34,32	0,96	2,64	39,47	-0,06	1,84	40,22	0,09	2,79	41,46	0,30	3,48
4	34,85	1,09	2,37	39,23	0,01	2,15	41,07	0,08	2,94	42,81	0,32	3,62
5	33,26	0,74	2,04	39,26	-0,05	1,85	40,94	0,02	2,43	42,92	0,28	3,35
6	34,06	0,84	2,44	39,40	-0,08	1,89	39,81	-0,08	2,48	42,69	0,29	3,42
7	35,44	0,87	2,44	40,15	-0,06	1,89	40,46	-0,00	2,50	41,82	0,21	3,07
8	34,19	0,98	2,53	38,83	0,05	1,99	40,13	-0,02	2,59	42,38	0,34	3,58
9	34,18	0,98	2,65	38,24	-0,06	1,85	39,75	-0,01	2,40	42,82	0,27	3,34
10	34,32	1,16	2,63	39,24	-0,04	2,08	40,85	-0,01	2,58	42,04	0,24	3,29

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)