

**Faculdade de Odontologia de Araçatuba
FOA/UNESP, São Paulo, Brasil
Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese
Departamento de Odontologia Infantil e Social**

BRUNA EGUMI NAGAY

**Análise *in vitro* da alteração de cor, microdureza e rugosidade de resinas
acrílicas oculares com ou sem glaze submetidas ao envelhecimento acelerado.**

ARAÇATUBA – SP

2016

BRUNA EGUMI NAGAY

Análise *in vitro* da alteração de cor, microdureza e rugosidade de resinas acrílicas oculares com ou sem glaze submetidas ao envelhecimento acelerado.

Trabalho de Conclusão de Curso como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Bacharel em
Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araçatuba,
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

Orientador: Prof. Dra. Daniela Micheline dos Santos

ARAÇATUBA – SP

2016

Dedicatória

*A*s meus pais, Wilson e Lúcia,

por terem acreditado e investido em mim. Por todo o cuidado, dedicação e apoio que me deram para que eu chegasse até essa etapa de minha vida.

Agradecimentos

A **Deus**, que iluminou meu caminho durante esta caminhada, me dando força e coragem para continuar até o fim.

Aos meus pais, **Wilson Hissato Nagay e Lúcia Tomoko Tateishi Nagay**, que não mediram esforços para que eu concluísse essa etapa de minha vida. Por sempre me apoiarem nos momentos difíceis e por estarem ao meu lado nos momentos felizes de conquista. Não foi fácil chegar até aqui, e eu agradeço imensamente por tudo que vocês passam para me oferecer o melhor sempre. Obrigada por sempre me lembrarem que na vida nós escolhemos o que plantamos, mas colhemos o que semeamos, mostrando que eu consigo alcançar meus objetivos desde que com muito esforço e responsabilidade. Meu amor por vocês é incondicional.

Ao meu irmão, **Rafael Massashi Nagay**, por me apoiar nessa caminhada. Por me entender e por cuidar dos nossos pais enquanto eu estive fora de casa. Se não fosse por toda sua compreensão tanto comigo como com nossos pais, eu não teria conseguido chegar até aqui. Eu admiro e reconheço a bondade que existe no seu coração. Obrigada.

Aos meus avós **Mituo Tateishi e Sanae Tateishi (in memorian)**, e **Fumie Nagai**, por me mostrarem valores humanos que eu vou levar para a vida toda. Por mostrar que o trabalho simples e honesto é a melhor forma de se levar a vida e que com carinho, dedicação e educação, podemos conquistar qualquer coisa. Obrigada por me educarem e por cuidarem de mim enquanto puderam.

Às minhas **tias e aos meus tios da família Tateishi**, por vibrarem junto comigo todas as minhas conquistas alcançadas, por sempre estarem torcendo pelo meu sucesso e pela minha felicidade. Obrigada por cada conselho dado, por cada ajuda, por cada ensinamento. Me espelho muito em como vocês levam a vida, admiro cada um com seu jeito de ser, e sei que nossa família

é unida porque nos amamos e só desejamos tudo que há de melhor uns para os outros. Sou imensamente grata por ter vocês comigo, vigiando cada passo dado para que eu não tropece em pedras erradas.

Ao meu namorado, **Marcelo Akio Miura**, por sempre estar ao meu lado me apoiando nos bons e maus momentos. Sei que não é comum um namoro durar tanto tempo à distância, e eu reconheço que isso é fruto de companheirismo, respeito e confiança. Obrigada por sempre ouvir meus problemas, por compreender os momentos em que deixei de te dar atenção porque estava estudando ou ocupada com as minhas pesquisas. Você faz parte de muitos momentos felizes da minha vida e sem você eu não teria tido forças para continuar essa caminhada. Eu te amo muito.

À minha querida orientadora **Profa. Dra. Daniela Micheline dos Santos** pela orientação e por todo o conhecimento passado para que eu concluísse esse projeto. Obrigada por ter confiado na minha capacidade para ser sua orientada. Conhecer-la antes de ter tido a disciplina de Prótese não foi por acaso, acredito que tudo nesta vida acontece por uma razão, e ter tido a senhora como orientadora só me fez perceber o quanto a vida acadêmica faria parte do meu futuro, mesmo após a graduação. A senhora me introduziu à Iniciação Científica e me mostrou que eu posso e sou capaz de desenvolver uma pesquisa e que consigo passar por qualquer obstáculo que venha a aparecer no meu caminho. Agradeço por estar presente e sempre disposta para sanar qualquer dúvida. Não poderia ter tido orientadora melhor. Obrigada por tudo.

Ao **Prof. Dr. Marcelo Coelho Goiato** pelos ensinamentos dados não só na disciplina de Prótese Total, mas durante a Iniciação Científica também. Obrigada por mostrar, junto com a professora Daniela, que a Prótese Bucomaxilofacial é uma área da Odontologia muito bonita. O senhor é uma inspiração não só para mim, mas acredito que para muitos alunos seus. Obrigada por cada lição dada, levarei comigo como uma experiência para a vida toda.

À **Emily Vivianne Freitas da Silva** que foi essencial para o desenvolvimento não só deste projeto, como outros que foram realizados. Obrigada por me acompanhar em cada passo sem pestanejar para que eu conseguisse finalizar meus objetivos, seja em Araçatuba ou tendo que viajar até Sorocaba, você sempre esteve comigo me ajudando e não me deixando sozinha. Agradeço por me ouvir nos momentos mais difíceis, por compartilhar choros e risadas e por me dar conselhos e palavras de consolo. Você foi não só uma pós-graduanda a me orientar nas pesquisas, mas uma amiga que eu vou levar para a vida toda. Levarei comigo todos os ensinamentos e momentos vividos juntas. Te desejo todo o sucesso e felicidade que a vida possa lhe oferecer.

À **Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP** dirigida pelo **Prof. Dr. Wilson Roberto Poi**, por oferecer não só a estrutura, como também professores e funcionários sempre dispostos a ensinar, ajudar e nos apoiar no que fosse necessário para que por fim me graduasse em Odontologia.

À **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)**, pelo apoio financeiro para que eu conseguisse desenvolver minhas pesquisas.

Aos Pós-Graduandos do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese, **Rodrigo Antônio de Medeiros, Sandro Basso Bittencourt, Agda Marobo Andreotti, Mariana Vilela Sônego e Liliane da Rocha Bonatto** pela paciência em me ensinar não só metodologias e assuntos de pesquisa, como também por todo o suporte que me deram enquanto estive na Iniciação Científica. Obrigada por me ouvirem e por me apoiarem quando precisei, por responderem cada questionamento meu e, principalmente, por me incentivarem a seguir na pós-graduação. Com certeza, vocês foram fundamentais nas minhas escolhas para o futuro. Desejo todo o sucesso do mundo para cada um de vocês. Levarei todos comigo no coração não apenas como colegas de departamento, e sim como amigos.

À **Amália Moreno**, por ter realizado a análise estatística deste trabalho.

Aos colegas de iniciação científica **Cecília Sousa, Denis Watanabe, Denise Carneiro, Henrique Rinaldi, Marcela Borghi e Murilo César Júnior** pela convivência e pela troca de experiências.

Aos demais professores e funcionários por todo suporte durante a graduação. Em especial ao **Prof. Dr. Aldiéris Alves Pesqueira** pelos ensinamentos nas aulas de Prótese Parical Fixa e pela sua presença nos alegrando com todo seu carisma no laboratório do Departamento. Obrigada por sempre estar disposto a me dar conselhos sobre a pós-graduação e por ter sido fundamental nas minhas escolhas. O senhor é um professor que admiro muito e que tenho um carinho especial. Ao **Prof. Paulo Renato Junqueira Zuim** por todo aprendizado adquirido durante a monitoria na Prótese Parcial Removível e por estar sempre pronto para ensinar e passar todo seu conhecimento aos seus alunos.

Aos professores da UNESP - Campus de Sorocaba **Elidiane Cipriano Rangel e Nilson Cristino da Cruz** por nos abrirem as portas da Instituição para o desenvolvimento de grande parte deste projeto. E aos técnicos da UNESP – Campus de Ilha Solteira, por terem nos ajudado durante o teste de Microscopia de Força Atômica.

À família que eu construí em Araçatuba **Betina Commar, Isabela Catanoze e Luara Colombo**, por toda a paciência nesses cinco anos. Aprendemos muito umas com as outras e agradeço muito à Deus por ter colocado nós quatro juntas para viver essa etapa de nossas vidas. Obrigada pelo companheirismo de todos os dias. Não poderia ter tido “roommates” melhores do que vocês. Passamos por muitos momentos e levarei todos eles na memória. Amo cada uma com seu jeito específico de ser.

Às minhas amigas queridas **Brena Dartine, Carolina Barros, Lara Cervantes, Letícia Capalbo, Letícia Mazza, Mariana Pereira e Thayane Businari** por fazerem dos meus dias

os mais prazerosos possíveis. Tenho muita sorte de ter vocês como amigas. Obrigada por serem companheiras, carinhosas e bem-humoradas para que nossos dias da graduação fossem lembrados como os melhores que poderíamos ter. Todas vocês fizeram com que eu tivesse forças para continuar longe de casa, pois eu sabia que tinha amigas para me dar suporte e atenção quando eu precisasse. Amo cada uma e quero levar essa amizade única e verdadeira para além da faculdade, para a vida toda.

Aos meus **amigos de Marília** que mesmo à distância se fizeram presente sempre que possível. Obrigada pelos dez anos de amizade. Amo todos vocês.

Aos **pacientes** atendidos durante a graduação, que foram essenciais para o meu aprendizado como profissional. Obrigada pela confiança e respeito.

À todos que contribuíram de alguma forma para que este trabalho fosse concluído, muito obrigada.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

NAGAY, BE. **Análise *in vitro* da alteração de cor, microdureza e rugosidade de resinas acrílicas oculares com ou sem glaze submetidas ao envelhecimento acelerado.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2016.

Resumo

A prótese ocular é uma opção de tratamento para pacientes anoftálmicos que deve apresentar propriedades estéticas, físicas e mecânicas adequadas. O presente trabalho teve o objetivo de compreender o efeito do glaze fotopolimerizável sobre diferentes propriedades de resinas acrílicas utilizadas na confecção de próteses oculares. Foram confeccionadas 40 amostras em forma de disco (10 mm x 3 mm) e distribuídas aleatoriamente em 4 grupos (n=10): Resina acrílica na cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1); Resina acrílica incolor sem glaze fotopolimerizável (G2); Resina acrílica na cor N1 com glaze fotopolimerizável (G3); Resina acrílica incolor com glaze fotopolimerizável (G4). O polimento das amostras foi realizado em diferentes granulações (n.400, n.600 e n.800) nas duas superfícies planas. Nos grupos G1 e G2, as lixas n.1000 e n.1200 e a solução diamantada em disco de feltro foram utilizadas adicionalmente. Nos grupos G3 e G4, as amostras foram recobertas com o verniz fotopolimerizável MegaSeal. Análises das propriedades de estabilidade de cor, rugosidade, microdureza superficial e molhabilidade, além de ensaios por meio de microscopia de força atômica (MFA), microscopia eletrônica de varredura (MEV) e espectroscopia de energia dispersiva (EED) foram executados antes e após o envelhecimento acelerado das amostras, realizado por 1008 horas em câmara de envelhecimento. Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey, com nível de significância de 5%. Os grupos recobertos com verniz fotopolimerizável apresentaram maior alteração de cor e de rugosidade após o envelhecimento. Além disso, por meio da MFA e MEV, foi verificado aumento da

irregularidade de superfície das amostras de todos os grupos. A microdureza superficial diminuiu significativamente nos grupos com glaze e aumentou nos grupos sem glaze. O grau de molhabilidade aumentou com o envelhecimento, independente do tipo de polimento utilizado. O glaze fotopolimerizável comprometeu as propriedades de cor, rugosidade e microdureza superficial das resinas acrílicas utilizadas em próteses oculares. O envelhecimento acelerado afetou as propriedades das resinas.

Palavras-chave: Olho Artificial. Resinas Acrílicas. Dureza. Cor. Propriedades de Superfície.

NAGAY, BE. ***In vitro* analysis of the color stability, hardness and roughness of acrylic resins with or without glaze submitted to accelerated aging.** 2016. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2016.

Abstract

The ocular prosthesis is a treatment option for anophthalmic patients and must present aesthetic, physical and mechanical properties. This study aimed to evaluate the effect of a photopolymerized glaze on different properties of acrylic resin for ocular prosthesis. Forty discs (10 mm diameter x 3 mm thickness) were fabricated and randomly divided in 4 groups (n=10): N1 Acrylic resin without photopolymerized glaze (G1); Colorless acrylic resin without photopolymerized glaze (G2); N1 Acrylic resin with photopolymerized glaze (G3); Colorless acrylic resin with photopolymerized glaze (G4). All samples were polished sequentially with sandpapers (400, 600 and 800-grit). In G1 and G2, the sandpapers 1000 and 1200-grit was also used and finalized with diamond solution with felt disk. In G3 and G4, samples were coated with photopolymerized glaze MegaSeal. Different property analysis of color stability, roughness, surface microhardness and surface energy and assays of atomic force microscopy (AFM), scanning electron microscopy (SEM) and energy-dispersive spectroscopy (EDS) were performed before and after the accelerated aging, which were done for 1008 hours in an aging chamber. Data were submitted to the analysis of variance and Tukey's test was performed. The level of significance was set at $p < 0.05$. The groups with photopolymerized glaze exhibited statistically higher color change and roughness values after the accelerated aging. Besides, through AFM and SEM, an increase of surface irregularities of all groups was also verified. The surface microhardness significantly decreased in groups with photopolymerized glaze and increased in groups without photopolymerized glaze. The surface energy increased after the accelerated aging, independently of the polishing procedure. The photopolymerized glaze is an

inadequate surface treatment for acrylic resins for ocular prosthesis and it affected the color stability, roughness and surface microhardness of this material. The accelerated aging negatively interfered with the resins' properties.

Keywords: Artificial Eye. Acrylic Resins. Hardness. Color. Surface Properties.

Lista de Figuras

- Figura 1 - Fluxograma esquematizando a distribuição das amostras. 22
- Figura 2 - Imagens de microscopia de força atômica das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4). 29
- Figura 3 - Configuração assumida por gotas de água deionizada depositadas na superfície das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4). 32
- Figura 4 - Micrografias superficiais representativas adquiridas com ampliação de 10.000× das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4). 33
- Figura 5 - Espectros de energia dispersiva (EED) das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4). 34

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Fabricante, marca comercial e composição química dos materiais utilizados.	21
Tabela 2 -	Análise de Variância (ANOVA) dois fatores das resinas acrílicas com relação à alteração de cor.	26
Tabela 3 -	Valores médios (DP) de alteração de cor (ΔE) das resinas acrílicas.	26
Tabela 4 -	Valores médios (DP) de alteração de cor (ΔE) das resinas para cada tratamento utilizado, independente da resina acrílica.	26
Tabela 5 -	Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas para rugosidade R_a .	27
Tabela 6 -	Valores médios (DP) de rugosidade (R_a) das resinas para cada tratamento utilizado e período mensurado, independente do tipo de resina acrílica.	27
Tabela 7 -	Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas para rugosidade R_t .	28
Tabela 8 -	Valores médios (DP) de rugosidade (R_t) das resinas para cada tratamento utilizado e período mensurado, independente do tipo de resina acrílica.	28
Tabela 9 -	Valores médios (DP) de rugosidade (R_t) de cada tipo de resina acrílica utilizada, independente do tratamento e período mensurado.	28
Tabela 10 -	Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas com relação à microdureza superficial.	30
Tabela 11 -	Valores médios (DP) de microdureza superficial (Knoop) das resinas acrílicas.	31
Tabela 12 -	Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas para energia de superfície (ES).	31
Tabela 13 -	Valores médios (DP) de energia de superfície (ES) de cada resina acrílica utilizada para cada período mensurado, independente do tratamento.	32

Lista de Abreviaturas

ADA = American Dental Association (Associação Dental Americana)

AE = acrilato de etila

ANOVA = Análise de variância

ASTM = American Society for Testing Materials (Sociedade Americana de Ensaio de Materiais)

CIE = Commission Internationale de l'Eclairage (Comissão Internacional sobre Iluminação)

DP = Desvio padrão

Dra. = Doutora

EED = Espectroscopia de Energia Dispersiva

EUA = Estados Unidos da América

et al. = e colaboradores

g = gramas

KgF = quilograma(s) força

MEV = Microscopia Eletrônica de Varredura

MFA = Microscopia de Força Atômica

MMA = metil metacrilato

mm = milímetros

OWRK = Owens-Wendt-Rabel-Kaelble

Profa. = Professora

3D = tridimensional

ΔE = alteração de cor

μm = micrômetro(s)

% = por cento

Sumário

Introdução	17
Objetivo	19
Hipótese	20
Materiais e métodos	21
Análise estatística	25
Resultados	26
Discussão	35
Conclusão	38
Referências	39

Introdução

As resinas acrílicas nas cores branca e incolor são os materiais de escolha para a confecção da prótese ocular, por apresentarem fácil manipulação, boa adaptação, estética satisfatória e baixo custo.¹⁻³ A resina acrílica branca simula a coloração da esclera natural, enquanto a resina incolor é utilizada para cobertura da caracterização de vasos sanguíneos e íris artificial.²⁻⁵ Para garantir a longevidade das próteses oculares, é essencial que as mesmas apresentem propriedades estéticas, químicas, físicas e mecânicas adequadas.^{1,6,7}

Quanto à estética, a estabilidade cromática é a propriedade que um material possui de manter a sua cor estável por um período de tempo, em determinado ambiente.⁸ A descoloração dos materiais, por sua vez, pode ser causada por fatores intrínsecos e extrínsecos.⁹ Com relação aos fatores intrínsecos, a mudança de cor da resina é decorrente da alteração da sua matriz, durante o processo de envelhecimento, devido a condições físico-químicas,⁹⁻¹² enquanto os fatores extrínsecos incluem a radiação solar, mudanças de temperatura e umidade, absorção e adsorção de substâncias.^{6,13,14}

A resina acrílica é composta por um pó de polímero de metacrilato de metila e por um líquido de monômero de metacrilato de metila, que tem uma excelente resistência e, quanto à sua polimerização, pode ser termopolimerizável por energia de microondas ou por água aquecida ou, autopolimerizável.¹⁵ A sua composição química pode ser avaliada por meio da análise de espectroscopia de energia dispersiva (EED), a qual identifica a concentração dos elementos químicos da superfície de uma amostra.¹⁶

Quanto às propriedades físicas e mecânicas, a microdureza superficial de um material é definida pela resistência a uma penetração permanente.⁶ Quando a mesma encontra-se reduzida, resulta em riscos, trincas e fraturas na restauração.^{9,17,18} É interessante ressaltar que a ocorrência de fraturas é um dos fatores que interferem na manutenção do tratamento reabilitador,^{4,6} pois

podem resultar em irregularidade superficial e conseqüentemente em desconforto e irritação ao paciente.⁴

Além disso, é importante que a resina possua lisura superficial para dificultar a adesão bacteriana,¹⁹⁻²¹ visto que em superfícies rugosas, as bactérias estão mais protegidas e tem as condições necessárias para alcançar um contato direto com a superfície da prótese.^{4,17} Além disso, a hidrofobicidade do material e do microrganismo interfere na adesão entre os mesmos.²²

Os procedimentos mecânicos ou químicos de polimento da resina acrílica visam reduzir a rugosidade de superfície da prótese e, conseqüentemente, o acúmulo de impurezas e microorganismos.²³ O polimento mecânico é realizado em etapas com a utilização de um torno de bancada com disco de feltro e escova macia associado a pastas de polimento, como pasta de pedra-pomes. O polimento químico, por sua vez, consiste na imersão da resina polimerizada em monômero aquecido por um minuto para a obtenção da lisura da superfície.^{23,24} Apesar da literatura ser escassa com relação ao tema, a aplicação de glaze (selante fotopolimerizável) tem sido relatada com o objetivo de garantir a lisura superficial de cerâmicas,²² restaurações provisórias de resina acrílica²⁵ e próteses totais,²⁶ evitando assim o acúmulo de biofilme e a colonização bacteriana.^{26,27}

O conhecimento das características topográficas da superfície de um material pode ser dado por meio da análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV), a qual analisa microscopicamente a estrutura geral do material.²⁸ A rugosidade de superfície pode ser analisada por meio da microscopia de força atômica (MFA), a qual fornece imagens minuciosas e de qualidade com resolução tridimensional das amostras.²⁹

Objetivo

Devido a crescente preocupação com a longevidade e durabilidade dos materiais restauradores oculares e o seu consequente impacto na qualidade de vida dos pacientes anoftálmicos, esse trabalho teve o objetivo de avaliar diferentes propriedades de resinas acrílicas utilizadas na confecção de próteses oculares com polimento mecânico ou após a aplicação de glaze fotopolimerizável submetidos ao envelhecimento acelerado.

Hipótese

A hipótese nula deste trabalho é de que o glaze fotopolimerizável não melhore as propriedades das resinas acrílicas de próteses oculares.

Materiais e Métodos

- *Confecção das amostras em resina acrílica*

Foram confeccionadas 40 amostras em resina acrílica termopolimerizável para prótese ocular nas cores branca (N1) (n=20) e incolor (n=20) (Tabela 1), por intermédio de uma matriz metálica vazada, contendo 10 compartimentos circulares com 10 mm de diâmetro e 3 mm de altura.³⁰ Esta matriz foi incluída em mufla específica para forno microondas (Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo, Brasil) com a utilização de gesso especial tipo IV (Durone, Dentsply Ind e Com Ltda, Rio de Janeiro, Brasil).

Tabela 1: Fabricante, marca comercial e composição química dos materiais utilizados.

MATERIAL	FABRICANTE	MARCA COMERCIAL	COMPOSIÇÃO QUÍMICA
Resina acrílica Pó branca	Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo – SP.	Resina acrílica N1 para prótese ocular	MMA, Polímero, Dibutilftalato, AE, Pigmentos
Resina acrílica Pó incolor	Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo – SP.	Resina acrílica incolor	MMA, Polímero, Dibutilftalato, AE, Pigmentos
Resina acrílica Líquido	Artigos Odontológicos Clássico Ltda, São Paulo – SP.	Onda Cryl	<u>Polimerização Microondas:</u> MMA, Monômero, Etilenoglicoldimetacrilato
Glaze	Megadenta, Radeberg, Alemanha.	MegaSeal	MMA, Dimetacrilatos, Iniciadores fotoquímicos, Estabilizadores

A resina acrílica N1 foi proporcionada de acordo com as instruções do fabricante. O material foi inserido na matriz incluída em mufla, sendo esta levada a prensa hidráulica, com força de 1.250Kgf durante 3 minutos, e realizada a polimerização de bancada por 30 minutos.⁶ A resina foi polimerizada por energia de microondas (Brastemp, São Paulo, Brasil), segundo as recomendações do fabricante. Após a polimerização da resina, as amostras foram submetidas ao acabamento com brocas abrasivas maxi-cut (Vicking, São Paulo, Brasil).

Em seguida foi realizado o polimento, utilizando-se lixas metalográficas em diferentes granulações (240, 600 e 800) (Buehler, Illinois, EUA) em politriz universal semi automática

(Ecomet 300PRO, Buehler, Illinois, EUA) sob irrigação constante na velocidade de 300rpm para o grupo controle.³¹ Nos grupos que não receberam a camada de glaze fotopolimerizável, foram utilizadas adicionalmente a lixa com granulação 1200 e a finalização do polimento com solução diamantada em disco de feltro (Buehler, Illinois, EUA). Para a obtenção das dimensões propostas, cada amostra teve sua espessura aferida com o auxílio de um paquímetro digital (500-171-20B, Tóquio, Japão). Foram realizados os mesmos procedimentos para a confecção das amostras de resina acrílica incolor.

As amostras foram distribuídas em 4 grupos (Figura 1): G1 (n=10): Resina acrílica na cor N1 sem glaze fotopolimerizável; G2 (n=10): Resina acrílica incolor sem glaze fotopolimerizável; G3 (n=10): Resina acrílica na cor N1 com glaze fotopolimerizável; G4 (n=10): Resina acrílica incolor com glaze fotopolimerizável.

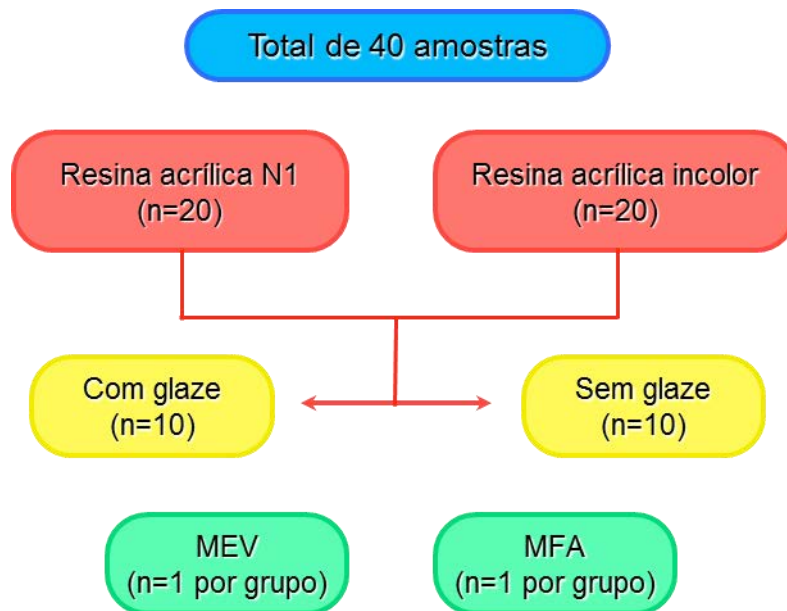


Figura 1: Fluxograma esquematizando a distribuição das amostras.

As superfícies das amostras dos grupos G3 e G4 foram submetidas ao recobrimento com o verniz selador de superfície fotopolimerizável Glaze MegaSeal (Megadenta, Sachsen, Alemanha) (Tabela 1), de acordo com recomendações do fabricante e a fotopolimerização foi realizada por 180 segundos com o aparelho Strobolux (EDG Equipamentos, São Paulo, Brasil).

Em seguida, análises de propriedades em relação a estabilidade de cor, rugosidade, microdureza superficial e molhabilidade, além de ensaios por meio de MFA, MEV e EED foram executados antes e após o envelhecimento acelerado das amostras.

- ***Análise da Estabilidade de Cor***

As leituras de estabilidade de cor foram realizadas por meio do espectrofotômetro de reflexão (Shimadzu Corp., Quioto, Japão) antes e após o envelhecimento acelerado das amostras. As alterações de cor (ΔE) foram calculadas pelo Sistema CIE $L^*a^*b^*$, conforme estabelecido pela Comissão Internacional sobre Iluminação (CIE),³² considerando-se a distância de cor entre dois pontos no espaço tridimensional de cor.^{5,25,31,33}

- ***Análise da Microdureza Superficial***

A microdureza superficial (Knoop) foi analisada por meio do microdurômetro modelo HMV-2T (Shimadzu Corp, Quioto, Japão), seguindo as especificações da ASTM (American Society for Testing Materials).³⁴ O microdurômetro foi calibrado com carga de 25g por 10 segundos.^{6,35} Cada amostra foi submetida a cinco penetrações observadas em um monitor acoplado ao microdurômetro, respeitando a distância de 500 μ m entre uma penetração e outra e entre a extremidade da margem da amostra.³⁶

- ***Análise da Rugosidade Superficial***

A rugosidade de superfície foi analisada por dois meios: análise perfilométrica e caracterização das superfícies por MFA. A primeira análise foi realizada por meio de um perfilômetro (Dektak d-150, Veeco, Nova York, EUA) no lado oposto da amostra aonde foi realizada a avaliação de microdureza superficial. As amostras foram individualmente posicionadas no centro do equipamento e a ponta medidora do perfilômetro na superfície da mesma.^{2,37} Os valores de R_a (média aritmética da rugosidade de superfície) e R_t (altura total do perfil de rugosidade) foram mensurados usando cut off de 500 μ m, no tempo constante de 12 segundos. Três leituras foram realizadas sobre a superfície de cada amostra e a média foi calculada.

- ***Análise da Microscopia de Força Atômica***

A MFA foi utilizada para a análise da rugosidade de superfície de uma amostra confeccionada adicionalmente de cada grupo. As imagens obtidas foram transferidas do microscópio (Veeco Metrology Inc., Califórnia, EUA) para um computador e enviadas para o programa Nanoscope Analysis (2004 Veeco Instruments Inc., Califórnia, EUA), e submetidas aos filtros (“lowpass” e medium”). Todas as imagens em três dimensões (3D) foram

padronizadas em escala de altura mínima de -10 μm e máxima de 10 μm (eixo z) para posterior comparação qualitativa entre os grupos.³⁷

- ***Análise da Energia de Superfície***

Por meio do ensaio de energia de superfície, o grau de molhabilidade foi analisado em todas as amostras de cada grupo, sendo a técnica da gota sésil empregada em temperatura controlada.³⁸ Foram obtidas 20 leituras por amostra, sendo 10 para avaliar o ângulo de contato formado entre gota de água deionizada (componente polar) e a superfície, e 10 para a gota de diodometano (componente dispersivo). Para a mensuração do ângulo de contato, um goniômetro (Ramé-Hart 100-00, Ramé-Hart Instrument Co., Nova Jersey, EUA) foi utilizado associado a um software (DROPimage Standard, Ramé-Hart Instrument Co., Nova Jersey, EUA). O cálculo da energia de superfície foi realizado de acordo com o método de Owens-Wendt-Rabel-Kaelble (OWRK).³⁹

- ***Caracterização por Microscopia Eletrônica de Varredura e Espectroscopia de Energia Dispersiva***

Uma amostra confeccionada adicionalmente de cada grupo foi analisada para a caracterização da superfície por meio da MEV (JSM 610LA, JEOL, Tóquio, Japão). Imagens foram registradas com aumento de 10.000 $\times$. Em seguida, procedeu-se a comparação qualitativa das imagens entre os grupos. Para a identificação dos elementos químicos presentes na superfície das amostras, a avaliação pela EED foi realizada em pequenos volumes, na ordem de 1 μm^3 .

- ***Envelhecimento Acelerado***

Após as leituras iniciais dos ensaios realizados, procedeu-se o envelhecimento acelerado, por meio de uma câmara de envelhecimento para corpos não-metálicos (Comexim Matérias Primas Ind. Com. Ltda., São Paulo, Brasil), de acordo com ASTM G53.⁴⁰ As amostras foram expostas a 1008 horas de envelhecimento acelerado.^{6,31} E após esse período, foram realizadas novas leituras dos ensaios citados.

Análise Estatística

Os dados quantitativos de análise de cor, microdureza superficial, rugosidade e energia de superfície foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e ao teste Tukey com significância de 5%. Os dados qualitativos de MFA, energia de superfície e MEV/EED foram comparados visualmente.

Resultados

Por meio da tabela do ANOVA (Tabela 2), pode-se observar que houve diferença estatisticamente significativa para os fatores resina ($p<0,001$) e tratamento ($p=0,002$). Todos os grupos apresentaram alteração de cor ($\Delta E>0$) com o envelhecimento acelerado, independente do tipo de polimento e da resina utilizada (Tabelas 3 e 4). Além disso, foi observado que os grupos com glaze apresentaram maior ΔE do que os grupos com polimento mecânico, com resultado estatisticamente significativo (Tabela 4).

Tabela 2. Análise de Variância (ANOVA) dois fatores das resinas acrílicas com relação à alteração de cor.

Fatores de Variação	df	SS	MS	F	P
Resina	1	267,651	267,651	44,094	< 0,0001*
Tratamento	1	65,638	65,638	10,813	0,002*
Resina x tratamento	1	16,237	16,237	2,675	0,111
Erro	36	218,520	6,070		
Total	39	568,046			

* $P < 0,05$ denota diferença estatística significativa.

Tabela 3. Valores médios (Desvio padrão, DP) de alteração de cor (ΔE) das resinas acrílicas.

Resinas	Tratamento	
	Sem Glaze ΔE	Com Glaze ΔE
Incolor	3,54 (2,11)	4,83(2,98)
N1	7,44(1,53)	11,27(2,94)

Tabela 4. Valores médios (DP) de alteração de cor (ΔE) das resinas para cada tratamento utilizado, independente da resina acrílica.

Tratamento	
ΔE	
Sem Glaze	5,49 (2,69) A
Com Glaze	8,05 (4,38) B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Com relação à análise de rugosidade, foi observada diferença estatisticamente significativa na interação entre dois fatores (período mensurado x tratamento) ($p < 0,001$) (Tabelas 5 e 7). Todos os grupos apresentaram aumento de rugosidade após o envelhecimento, sendo que os grupos com glaze foram os que apresentaram os maiores valores, independente do tipo de resina acrílica (Tabelas 6 e 8). Além disso, os grupos de resina acrílica N1 apresentaram valores de R_t estatisticamente superiores aos grupos de resina incolor (Tabela 9).

Tabela 5. Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas para rugosidade R_a .

Fatores de Variação	df	SS	MS	F	P
Resina	1	0,010	0,010	3,646	0,064
Tratamento	1	0,370	0,370	134,882	< 0,0001*
Resina x tratamento	1	0,008	0,008	2,764	0,105
Entre amostras	36	0,099	0,003		
Período mensurado	1	0,298	0,298	118,840	< 0,0001*
Período mensurado x resina	1	0,007	0,007	2,632	0,109
Período mensurado x tratamento	1	0,280	0,280	111,599	< 0,0001*
Período mensurado x resina x tratamento	2	0,013	0,007	2,617	0,080
Intra amostras	36	0,090	0,003		

* $P < 0,05$ denota diferença estatística significativa.

Tabela 6. Valores médios (DP) de rugosidade (R_a) das resinas para cada tratamento utilizado e período mensurado, independente do tipo de resina acrílica.

Tratamento	Período Mensurado	
	Inicial R_a	Final R_a
Sem Glaze	0,018 (0,003) Aa	0,022 (0,005) Aa
Com Glaze	0,036 (0,011) Aa	0,276 (0,107) Bb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 7. Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas para rugosidade Rt.

Fatores de Variação	df	SS	MS	F	P
Resina	1	0,360	0,360	4,675	0,037*
Tratamento	1	9,433	9,433	122,620	< 0,0001*
Resina x tratamento	1	0,113	0,113	1,463	0,234
Entre amostras	36	2,769	0,077		
Período mensurado	1	9,715	9,715	125,437	< 0,0001*
Período mensurado x resina	1	0,118	0,118	1,523	0,221
Período mensurado x tratamento	1	8,609	8,609	111,160	< 0,0001*
Período mensurado x resina x tratamento	2	0,252	0,126	1,626	0,204
Intra amostras	36	2,788	0,077		

*P < 0,05 denota diferença estatística significativa.

Tabela 8. Valores médios (DP) de rugosidade (Rt) das resinas para cada tratamento utilizado e período mensurado, independente do tipo de resina acrílica.

Tratamento	Período Mensurado	
	Inicial Rt	Final Rt
Sem Glaze	0,197 (0,062) Aa	0,156 (0,060) Aa
Com Glaze	0,186 (0,046) Ab	1,540 (0,567) Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 9. Valores médios (DP) de rugosidade (Rt) de cada tipo de resina acrílica utilizada, independente do tratamento e período mensurado.

Resinas	
Rt	
Incolor	0,453 (0,570) A
N1	0,587 (0,734) B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Por meio das imagens iniciais de MFA (Figura 2), foi possível observar maior irregularidade da superfície nos grupos sem glaze, quando comparados aos grupos com glaze. Contudo, por meio das imagens finais de MFA, verificou-se o aumento da irregularidade de superfície para todos os grupos, indicando que o envelhecimento tem um efeito negativo sobre a lisura superficial. Adicionalmente, as resinas acrílicas na cor N1 com glaze mostraram superfícies mais irregulares após o envelhecimento acelerado.

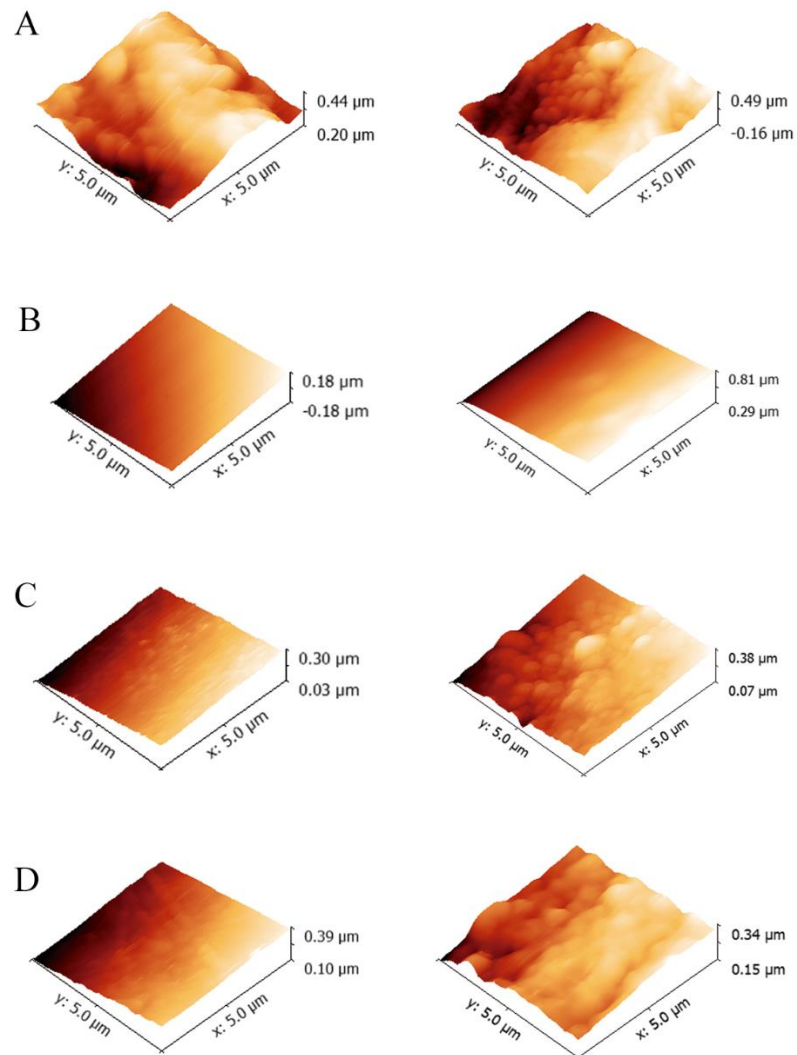


Figura 2. Imagens de força atômica das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4).

Ao avaliar a microdureza superficial das amostras, verificou-se diferença estatisticamente significativa na interação entre três fatores (período mensurado x resina x tratamento) ($p < 0,001$) (Tabela 10). Com relação ao tipo de resina acrílica utilizada, foi observado que nos grupos com polimento químico, os maiores valores de microdureza superficial ocorreram na resina incolor com diferença estatística, independentemente do período mensurado (Tabela 11). Adicionalmente, verificou-se que nesses grupos, os valores de microdureza superficial reduziram, enquanto nos grupos com polimento mecânico os valores de microdureza superficial aumentaram após o envelhecimento. Nos grupos de resina incolor que receberam a aplicação de glaze fotopolimerizável, a microdureza superficial aumentou de forma significativa após o envelhecimento acelerado. Já na resina N1 foi observado que o grupo com glaze apresentou maiores valores de microdureza superficial no período inicial, diferindo estatisticamente dos demais (Tabela 11).

Tabela 10. Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas com relação à microdureza superficial.

Fatores de Variação	df	SS	MS	F	P
Resina	1	21,398	21,398	11,307	0,002*
Tratamento	1	1234,350	1234,350	652,248	< 0,0001*
Resina x tratamento	1	128,821	128,821	68,071	< 0,0001*
Entre amostras	36	68,128	1,892		
Período mensurado	1	411,266	411,266	324,526	< 0,0001*
Período mensurado x resina	1	0,417	0,417	0,329	0,568
Período mensurado x tratamento	1	791,423	791,423	624,504	< 0,0001*
Período mensurado x resina x tratamento	2	128,983	64,492	50,890	< 0,0001*
Intra amostras	36	45,622	1,267		

* $P < 0,05$ denota diferença estatística significativa.

Tabela 11. Valores médios (DP) de microdureza superficial (Knoop) das resinas acrílicas.

Resinas	Tratamento			
	Sem Glaze		Com Glaze	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Incolor	19,50 (0,44) Aa	21,31 (1,12) Ab	36,10 (0,80) Ac	25,51 (1,68) Ad
N1	21,06 (0,66) Aa	22,76 (2,41) Aa	32,76 (1,69) Bb	21,70 (0,72) Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Na análise da energia de superfície, foi observada diferença estatisticamente significativa na interação entre dois fatores (período mensurado x resina) ($p=0,016$) (Tabela 12). Diferença estatística no grau de molhabilidade foi verificada apenas para a resina N1, quando comparados os períodos inicial e final (Tabela 13). Por meio da Figura 3, foi possível observar que as configurações formadas por gotas de água deionizada depositadas na superfície das amostras de resina acrílica foram semelhantes para todos os grupos.

Tabela 12. Análise de Variância (ANOVA) três fatores médias repetidas das resinas acrílicas para energia de superfície (ES).

Fatores de Variação	df	SS	MS	F	P
Resina	1	56,364	56,364	1,920	0,174
Tratamento	1	9,241	9,241	0,315	0,578
Resina x tratamento	1	3,244	3,244	0,111	0,741
Entre amostras	36	1056,769	29,355		
Período mensurado	1	248,407	248,407	13,432	< 0,001*
Período mensurado x resina	1	112,314	112,314	6,073	0,016*
Período mensurado x tratamento	1	33,012	33,012	1,785	0,186
Período mensurado x resina x tratamento	2	16,848	8,424	0,456	0,636
Intra amostras	36	665,783	18,494		

* $P < 0,05$ denota diferença estatística significativa.

Tabela 13. Valores médios (DP) de energia de superfície (ES) de cada resina acrílica utilizada para cada período mensurado, independente do tratamento.

Resinas	Período Mensurado	
	Inicial ES	Final ES
Incolor	44,90 (3,26) Aa	46,05 (5,15) Aa
N1	40,85 (5,03) Aa	46,74 (5,60) Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

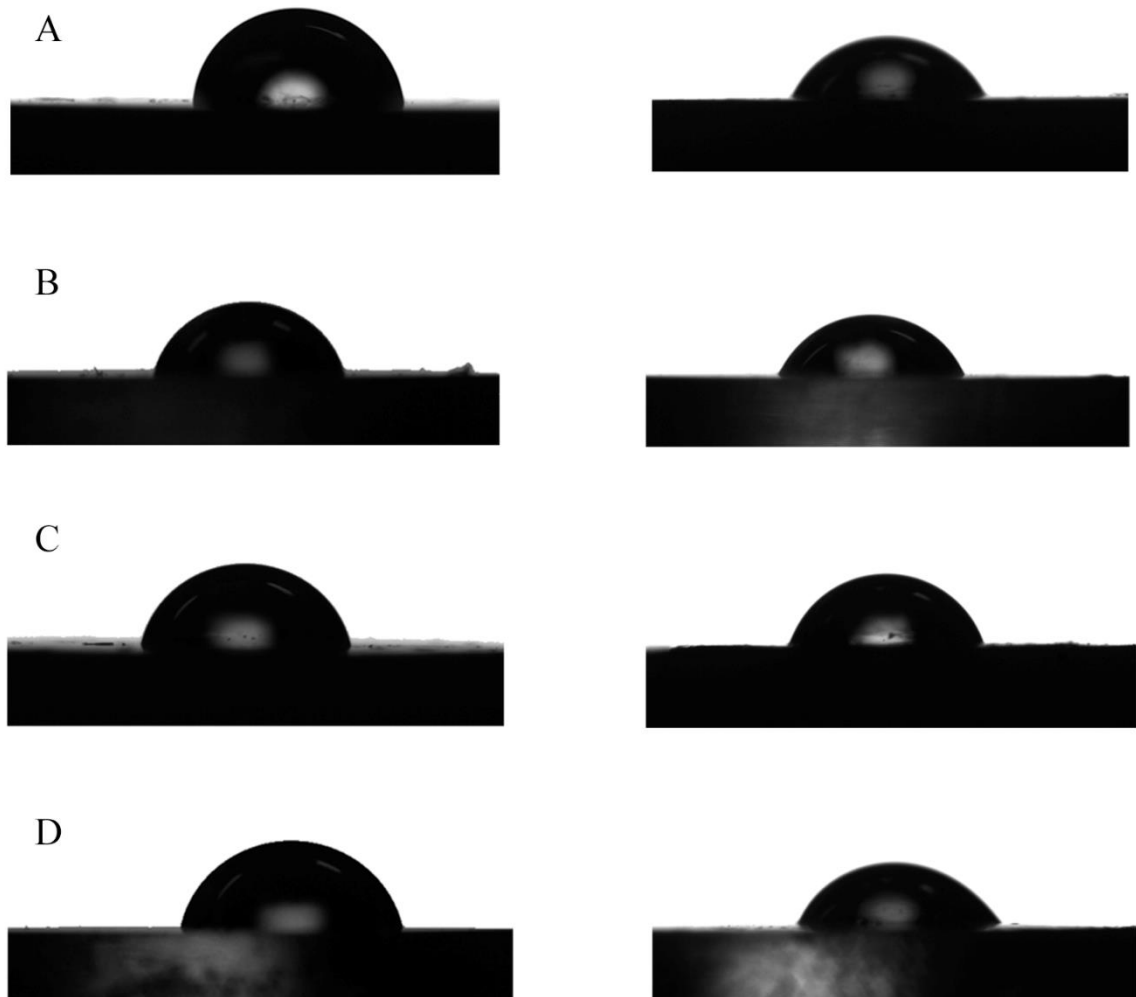


Figura 3. Configuração assumida por gotas de água deionizada depositadas na superfície das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4).

Por meio das imagens de MEV com aumento de $10.000\times$ (Figura 4), pôde-se visualizar maior irregularidade da superfície nos grupos envelhecidos, em relação aos grupos antes do envelhecimento, principalmente nos grupos com glaze (G3 e G4). Com relação à composição química da região próxima da superfície, por meio dos espectros de EED apresentados na Figura 5, foram detectados principalmente a presença de carbono (C) e oxigênio (O) nas amostras dos grupos com e sem glaze, antes e após o envelhecimento.

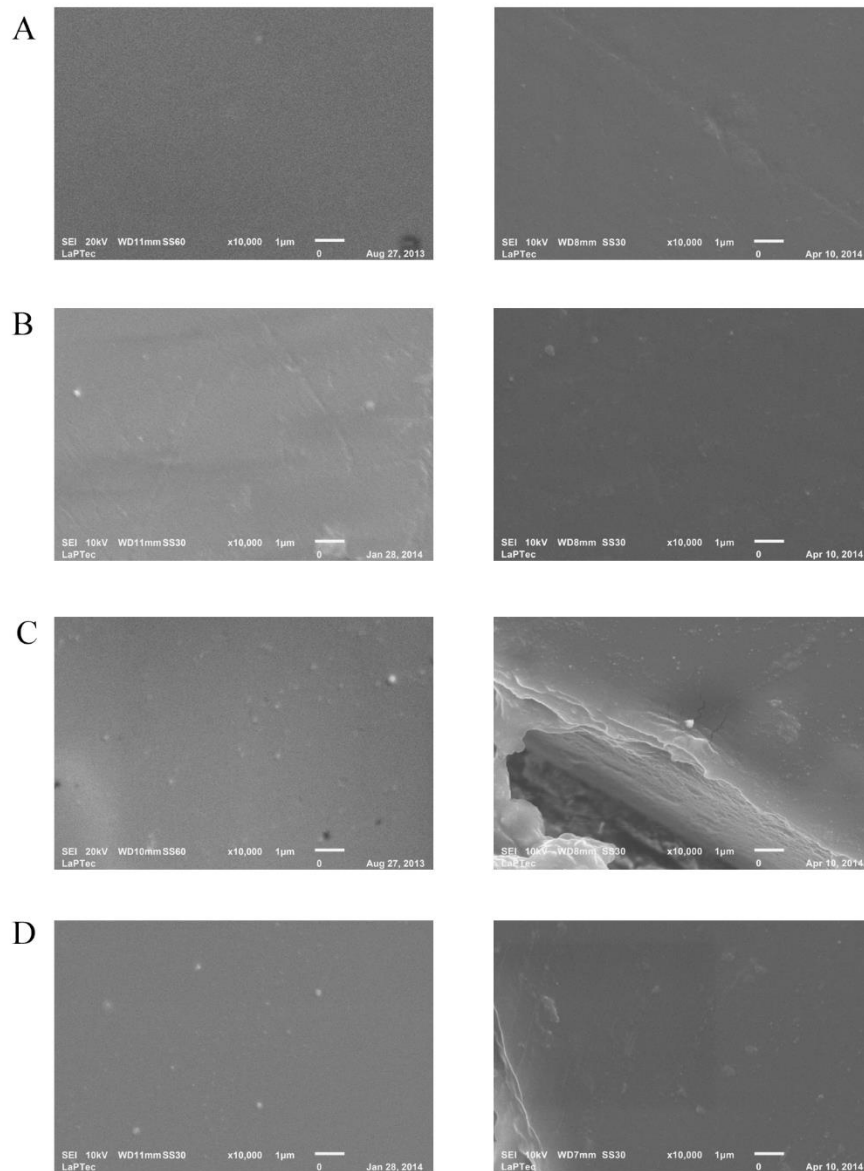


Figura 4. Micrografias superficiais representativas adquiridas com ampliação de $10.000\times$ das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4).

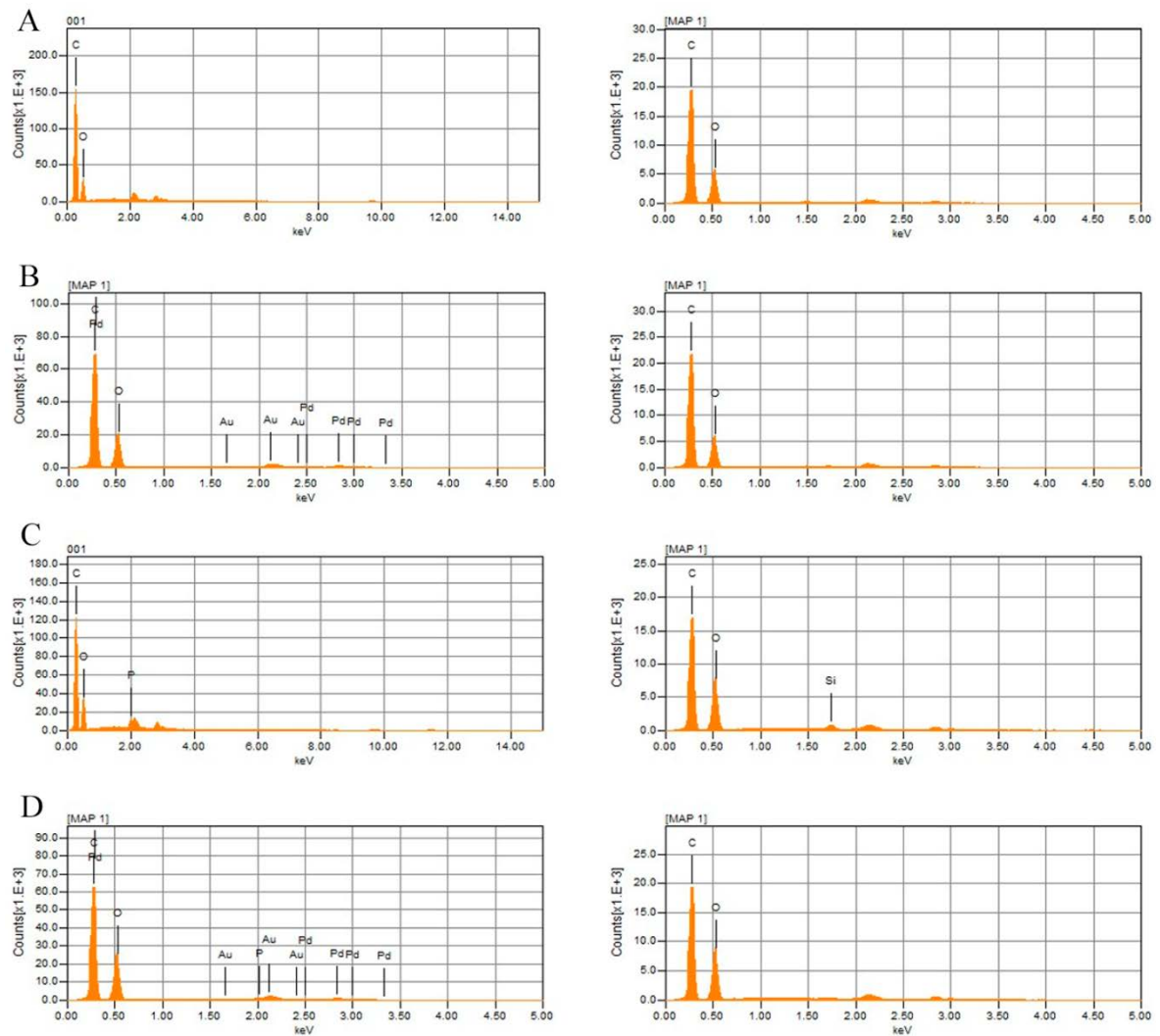


Figura 5. Espectros de energia dispersiva das amostras de resina acrílica, antes e após o envelhecimento acelerado, na (a) cor N1 sem glaze fotopolimerizável (G1), (b) incolor sem glaze fotopolimerizável (G2), (c) N1 com glaze fotopolimerizável (G3) e (d) incolor com glaze fotopolimerizável (G4).

Discussão

A hipótese nula testada no presente trabalho de que o glaze fotopolimerizável não melhoraria as propriedades das resinas acrílicas de próteses oculares foi aceita, visto que para estabilidade cromática, os valores de ΔE foram superiores nos grupos com glaze (Tabela 4). Com relação a microdureza superficial, grupos tratados com glaze apresentaram redução da microdureza com o envelhecimento acelerado (Tabela 11). Além disso, a rugosidade desses grupos foi superior com o envelhecimento, quando comparados aos grupos de polimento mecânico (Tabelas 6 e 8).

No presente estudo, pode-se verificar que o ΔE para todos os grupos aumentou após o envelhecimento acelerado, indicando a alteração de cor do material testado (Tabela 3). Essa alteração cromática pode ser causada por fatores extrínsecos e intrínsecos.^{6,9-11,13,14} De acordo com Goiato *et al.* (2010),²³ fatores como luz ultravioleta, umidade e calor, que estão presentes durante o processo de envelhecimento acelerado, são fatores responsáveis pela degradação do polímero. A luz ultravioleta é absorvida por grupos funcionais de cadeias poliméricas presentes na maioria dos polímeros. Quando isso acontece, pode ocorrer dispersão de excesso de energia, com consequente degradação fotoquímica, que contribui para o surgimento de deterioração, tais como aparecimento de fissuras e perda de cor ou brilho.²³

Ainda há controvérsias quanto ao estabelecimento de um valor clínico satisfatório para alteração de cor. Canadas *et al.* (2010),¹⁵ Goiato *et al.* (2010)³¹ e Mundim *et al.* (2012)⁴¹ afirmam que valores de ΔE superiores a 3,3 são clinicamente inaceitáveis, enquanto outros autores estabelecem que esse valor é superior a 3,7.⁵ No presente estudo, todos os grupos apresentaram ΔE com valores perceptíveis visualmente, sendo que os grupos que receberam a aplicação de glaze fotopolimerizável foram os mais inaceitáveis clinicamente (Tabelas 3 e 4). De acordo com Rutkunas *et al.* (2010),²⁵ apesar do glaze aumentar a resistência à coloração por meio da redução da porosidade superficial, a sua retenção na superfície da resina acrílica pode ser perdida ao longo do tempo.²⁵ Esse fato parece ter ocorrido no presente trabalho, com o envelhecimento acelerado das amostras.

As alterações de cor podem estar associadas ao acúmulo de impurezas e são influenciadas pela composição química da resina acrílica, além de características superficiais como a rugosidade.^{23,42,43} A porosidade das resinas acrílicas pode resultar de fatores como a exposição à água durante a manipulação do material e de condições inadequadas de

polimerização, como contração do monômero durante a polimerização e a presença de monômero residual. Como consequência, há o comprometimento físico e estético do material.^{15,44,45} Portanto, a estabilidade de cor do material aumenta ao reduzir a porosidade de superfície.²⁵

A rugosidade de superfície é uma característica dependente do acabamento e polimento e da presença de microporosidades.² Por isso, os parâmetros de rugosidade superficial (Ra e Rt) foram avaliados a fim de esclarecer se a aplicação do glaze pode influenciar ou não nas características estruturais da resina acrílica. De acordo com Rutkunas *et al.* (2010),²⁵ o glaze tem como principal objetivo regularizar a superfície do material. Contudo, foi observado no presente estudo que os grupos submetidos à aplicação de glaze (G3 e G4) apresentaram os maiores valores de Ra e Rt após o envelhecimento acelerado (Tabelas 6 e 8). Isto pode ter ocorrido devido aos efeitos do envelhecimento, que podem ter causado a degradação do glaze da superfície.^{4,23,25}

No presente estudo, apesar das resinas N1 e incolor não apresentarem diferença estatística para os valores de Ra (Tabela 5), os valores de Rt foram superiores para a resina N1 (Tabela 9), assim como maior irregularidade de superfície foi observada para resina N1 com glaze, por meio da MFA (Figura 2). Possivelmente, isso está relacionado a presença de pigmentos e ao maior peso molecular dessa resina.^{2,3,6}

É indicado que a resina acrílica utilizada em próteses oculares não apresente superfície irregular, a fim de evitar proliferação bacteriana, lesões ao tecido subjacente e irritação da cavidade anoftálmica do paciente.^{15,23} Contudo, a prótese ocular é frequentemente exposta à variações de temperatura, degradação e limpeza pelo paciente, e assim a resina acrílica incolor pode adquirir uma superfície riscada ou quebrada, prejudicando a estética e a lisura de superfície.¹

A longevidade da prótese ocular está diretamente relacionada com a dureza das superfícies das resinas acrílicas, na qual quanto maior a dureza maior sua resistência ao desgaste abrasivo.^{1,4,18} Após a etapa de envelhecimento acelerado, observou-se diferença estatisticamente significativa dos valores de microdureza superficial quanto ao tipo de polimento realizado, mecânico e químico, sendo que os grupos submetidos à aplicação de glaze obtiveram os maiores valores (Tabela 11). Estes resultados divergem do estudo de Braun *et al.* (2003),²⁴ o qual mostra que o polimento químico, comparado ao polimento mecânico de resinas acrílicas, gera menores valores de dureza.²⁴

Devido a absorção de água e ao aumento de temperatura que as resinas sofrem durante o processo de envelhecimento acelerado, pode ocorrer maior liberação de monômero residual, levando a uma polimerização contínua da resina acrílica e o aumento dos valores de microdureza superficial.^{1,9} Os valores do presente estudo (Tabela 11) estão clinicamente aceitáveis pois, segundo a Associação Dental Americana (American Dental Association, ADA), a microdureza da resina acrílica utilizada para a confecção de dentes artificiais não deve ser inferior a 15kg/mm.⁴⁶ Além disso, de acordo com Fernandes *et al.* (2009),¹ a microdureza da resina acrílica termopolimerizável deve ser entre 16 e 22kg/mm. Ainda, maiores valores de dureza diminuem a probabilidade da ocorrência de fissuras e aumenta a resistência aos riscos, diminuindo possíveis colonizações microbianas e futuras infecções.¹

Por meio das imagens de MEV e MFA, pode-se observar que as características topográficas das amostras de todos os grupos não foram mantidas após o período de envelhecimento acelerado. As superfícies submetidas ao glaze foram as que apresentaram picos e vales mais acentuados, quando comparados aos grupos submetidos apenas ao polimento mecânico (Figuras 2 e 4), o que corrobora com os resultados encontrados na análise de rugosidade. Com relação à molhabilidade, foi observado o aumento da energia de superfície do material com o envelhecimento acelerado (Tabela 13), independente do tipo de tratamento de superfície. Contudo, quanto maior a energia de superfície, maior a aderência e o acúmulo de biofilme bacteriano.²²

Este estudo apresenta algumas limitações, como a utilização de apenas um tipo de polimento químico para a comparação com o polimento mecânico (controle). Trabalhos futuros podem ser realizados com diferentes polimentos químicos, visando identificar tratamentos de superfície que otimizem as propriedades do material. Além disso, apenas as resinas N1 e incolor foram testadas. Contudo, pigmentos resinosos ou a base de óleo⁴⁷ podem ser incorporados nas próteses oculares visando simular diferentes colorações de esclera do paciente. Portanto, grupos com pigmentos poderiam ser testados em novos trabalhos.

Conclusão

O glaze fotopolimerizável parece não ser a melhor opção de polimento de superfícies de resina acrílica utilizadas em próteses oculares, visto que as propriedades de cor, microdureza e rugosidade foram comprometidas com o envelhecimento acelerado.

Referências

1. FERNANDES, A. U.; GOIATO M.C.; DOS SANTOS D.M. Effect of weathering and thickness on the superficial microhardness of acrylic resin and ocular button. **Cont. Lens Anterior Eye**, vol. 32, n. 6, p. 283-287, dec. 2009.
2. FERNANDES A. U.; GOIATO M.C., DOS SANTOS D.M. Effect of weathering and thickness on roughness of acrylic resin and ocular button. **Cont. Lens Anterior Eye**, vol. 33, n. 3, p. 124-127, jun. 2010.
3. GOIATO M. C. et al. Effect of disinfection and storage on the flexural strength of ocular prosthetic acrylic resins. **Gerodontology**, vol. 29, n. 2, p. 838-844, jun. 2012.
4. MORENO A. et al. Effect of different disinfectants on the microhardness and roughness of acrylic resins for ocular prosthesis. **Gerodontology**, vol. 30, n. 1, p. 32-39, mar. 2013.
5. BANNWART L. C. et al. Chromatic changes to artificial irises produced using different techniques. **J. Biomed. Opt.**, vol. 18, n. 5, p. 58002, may. 2013.
6. FERNANDES A. U. et al. Assessment of the flexural strength of two heat-curing acrylic resins for artificial eyes. **Braz. Oral Res.**, vol. 23, n. 3, p. 263-267, jul-sep. 2009.
7. SCHULZE K. A. et al. Color stability and hardness in dental composites after accelerated aging. **Dent. Mater.**, vol. 19, n. 7, p. 612-619, nov. 2003.
8. Council On Dental Materials, Instruments and Equipament. Dental Terminology. ANSI/ADA Specification no 33. Chicago: American Dental Association; 1984. p. 14.
9. ANUSAVICE K. J. Phillips' science of dental materials. 12. ed. St. Louis: Ed. Elsevier, 2012.
10. FERRACANE J. L, et al. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dent. Mater.**, vol. 22, n. 3, p. 211-222, mar. 2006.

11. SHIMIZU H. et al. Effect of surface preparation using ethyl acetate on the shear bond strength of repair resin to denture base resin. **J. Prosthodont.**, vol. 17, n. 6, p. 451-455, aug. 2008.
12. MARRA J. et al. Evaluation of the bond strength of denture base resins to acrylic resin teeth: effect of thermocycling. **J. Prosthodont.**, vol. 18, n. 5, p. 438-443, jul. 2009.
13. ABU-BAKR N. et al. Color stability of compomer after immersion in various media. **J. Esthet. Dent.**, vol. 12, n. 5, p. 258-263, 2000.
14. GOIATO M. C. et al. Evaluation of hardness and surface roughness of two maxillofacial silicones following disinfection. **Braz. Oral Res.**, vol. 23, n. 1, p. 49-53, jan-mar. 2009.
15. CANADAS M. D. et al. Color stability, surface roughness, and surface porosity of acrylic resins for eye esclera polymerized by different heat sources. **J. Prosthodont.**, vol. 19, n. 1, p. 52-57, jan. 2010.
16. GUNGEL H. Scanning electron microscopy and energy dispersive spectroscopy findings in explanted PMMA and hydrophilic acrylic intraocular lenses. **Eur. J. Ophthalmol.**, vol. 19, n.1, p. 28-36, jan-feb. 2009.
17. GOIATO M. C. et al. Influence of investment, disinfection, and storage on the microhardness of ocular resins. **J. Prosthodont.**, vol. 18, n. 1, p. 32-35, jan. 2009.
18. RAIZADA K.; RANI D. Ocular prosthesis. **Cont. Lens Anterior Eye**, vol. 30, n. 1, p. 152-162, jul. 2007.
19. CARLÉN A. et al. Surface characteristics and in vitro biofilm formation on glass ionomer and composite resin. **Biomaterials**, vol. 22, n. 5, p. 481-487, mar. 2001.
20. IKEDA M. et al. Effect of surface characteristics on adherence of *S. mutans* biofilms to indirect resin composites. **Dent. Mater. J.**, vol. 26, n. 6, p. 915-923, nov. 2007.

21. AYKENT F. et al. Effect of different finishing techniques for restorative materials on surface roughness and bacterial adhesion. **J. Prosthet. Dent.**, vol. 103, n. 4, p. 221-227, apr. 2010.
22. HARALUR SB. Evaluation of efficiency of manual polishing over autoglazed and overglazed porcelain and its effect on plaque accumulation. **J. Adv. Prosthodont.**, vol. 4, n. 4, p. 179-186, nov. 2012.
23. GOIATO M. C. et al. Chromatic stability of acrylic resins of artificial eyes submitted to accelerated aging and polishing. **J. Appl. Oral Sci.**, vol. 18, n. 6, p. 641-645, dec. 2010.
24. BRAUN K. O. et al. Surface texture and some properties of acrylic resins submitted to chemical polishing. **J. Oral Rehabil.**, vol. 30, n. 1, p. 91-98, jan. 2003.
25. RUTKUNAS V.; SABALIAUSKA V.; MIZUTANI H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. **Dent. Mater.**, vol. 19, n. 2, p. 167-176, mar. 2010.
26. EMMANOUIL J. K.; KAVOURAS P.; KEHAGIAS T. The effect of photo-activated glazes on the microhardness of acrylic baseplate resins. **J. Dent.**, vol. 30, n. 1, jan. 2002.
27. ATABEK D.; SILLELIOGLU H.; OLMEZ A. The efficiency of a new polishing material: nanotechnology liquid polish. **Oper. Dent.**, vol. 35, n. 3, p. 362-369, may-jun. 2010.
28. OHKUBO T. et al. Multi-scale characterization by FIB-SEM/TEM/3DAP. **Microscopy (Oxf)**, vol. 63, n. 1, p. i6-i7, nov. 2014.
29. DA SILVA M. A. et al. Analysis of roughness and surface hardness of a dental composite using atomic force microscopy and microhardness testing. **Microsc. Microanal.**, vol. 17, n.3, p. 446-451, jun. 2011.

30. MONTEIRO D.R. et al. Silver distribution and release from an antimicrobial denture base resin containing silver colloidal nanoparticles. **J. Prosthodont.**, vol. 21, n. 1, p. 7-15, jan. 2012.
31. GOIATO M. C. et al. Effect of accelerated aging on the microhardness and color stability of flexible resins for dentures. **Braz. Oral Res.**, vol. 24, n. 1, p. 114-119, jan-mar. 2010.
32. Commission Internationale de l'Éclairage. Colorimetry. 3rd ed. Vienna: Bureau Central de la CIE; 2004. p. 15.
33. GOIATO M. C. et al. Effect of polymerization and accelerated aging on iris color stability of ocular prosthesis. **Cont. Lens Anterior Eye**, vol. 33, n. 5, p. 215-218, oct. 2010.
34. ASTM E384 – 11e1 (Standard Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials). 2012. Disponível em: http://enterprise.astm.org/filtrexx40.cgi?+REDLINE_PAGES/E384.htm
35. BORBA M.; DELLA BONA A.; CECCHETTI D. Flexural strength and hardness of direct and indirect composites. **Braz. Oral Res.**, vol. 23, n. 1, p. 5-10, jan-mar. 2009.
36. GOIATO M. C. et al. Patient satisfaction with maxillofacial prosthesis. Literature Review. **J. Plast. Reconstr. Aesthet. Surg.**, vol. 62, n. 2, p. 175-180, feb. 2009.
37. BJERKAN G.; WITSO E.; BERGH K. Sonication is superior to scraping for retrieval of bacteria in biofilm on titanium and steel surfaces in vitro. **Acta Orthop.**, vol. 80, n. 2, p. 245-250, apr. 2009.
38. VECHIATO FILHO A. J. et al. Surface characterization of lithium disilicate ceramic after nonthermal plasma treatment. **J. Prosthet. Dent.**, vol. 112, n. 5, p. 1156-1163, nov. 2014.

39. VALVERDE G. B. et al. Surface characterization and bonding of Y-TZP following non-thermal plasma treatment. **J. Dent.**, vol. 41, n. 1, p. 51-59, jan. 2013.
40. ASTM G53 – American Society for Testing Materials Norma 53. 2000. Available at: <http://www.astm.org/Standards/G53.htm>
41. MUNDIM F. M. et al. Influence of artificial accelerated ageing on the colour stability of paints used for ocular prosthesis iris painting. **Gerodontology**, vol. 29, n. 2, p. 312-317, jun. 2012.
42. ALVES P. V. M. et al. Surface roughness of acrylic resins after different curing and polishing techniques. **Angle Orthod.**, vol. 77, n. 3, p. 528-531, may. 2007.
43. BONATTI M. R. et al. The effect of polymerization cycles on color stability of microwave-processed denture base resin. **J. Prosthodont.**, vol. 18, n. 5, p. 432-437, jul. 2009.
44. COMPAGNONI M. A. et al. The effect of polymerization cycles on porosity of microwave-processed denture base resins. **J. Prosthet. Dent.**, vol. 91, n. 3, p. 281-285, mar. 2004.
45. MIÉSSI A. C. et al. Influence of storage period and effect of different brands of acrylic resin on the dimensional accuracy of the maxillary denture base. **Braz. Dent. J.**, vol. 19, n. 3, p. 204-208, 2008.
46. PAFFENBARGER G. C. “Guide to dental materials and devices”: a historical review. **J. Am. Dent. Assoc.**, vol. 84, n. 6, p. 1333-1335, jun. 1972.
47. GOIATO M. C. et al. Alteration of blue pigment in artificial iris in ocular prosthesis: effect of paint, drying method and artificial aging. **Cont. Lens Anterior Eye**, vol. 34, n. 1, p. 22-25, feb. 2011.