

**Agda Marobo Andreotti**

Influência da Adição de Nanopartículas na Estabilidade de  
Cor, Microdureza e Resistência à Flexão de Resina Específica  
para Confeção de Próteses Oculares

Dissertação apresentada à Faculdade de  
Odontologia do Câmpus de Araçatuba – Unesp,  
para a obtenção do Grau de “Mestre em  
Odontologia” – Área de Concentração Prótese  
Dentária

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Ass. Dr. Daniela Micheline dos Santos

ARAÇATUBA-SP

2014

# Dedicatória

Dedico esse trabalho em especial à minha mãe, Marilze. É por ela que movo as pedras do caminho e sigo adiante. É por ela que sou o que sou, que me esforço para ser sempre melhor. Sem ela, esse trabalho não seria possível.

À minha avó Alice. Por todas as noites de oração, toda força, por ser o exemplo que me move, o amor imensurável, por ter me criado quando criança, e por me amar como se eu ainda o fosse.

Ao meu pai Waldir (in memoriam), que disse que quando eu fui aprovada no mestrado, a sua vida tinha recomeçado. Saudades sem tamanho.

A toda minha família, em especial minha tia Marluce, tio Luiz Antônio e minha prima Bruna, que me deram todo suporte e apoio, de todas as formas, para que eu pudesse me tornar alguém na vida.

A caminhada foi difícil, mas com vocês ao meu lado tudo ficou mais suave. Com amor e gratidão, por todo apoio, presença, compreensão e carinho nessa longa jornada.

# Agradecimentos Especiais

A **Deus**, por me mostrar que sou protegida, guiada e iluminada pela sua presença. Por me dar abrigo na tempestade, criar saídas onde parece não haver escapatória. Por me perdoar, pela sua compaixão, pela sua graça, pela sua bondade sempre presente, sustentando-me nos momentos mais difíceis. Agradeço por não me deixar esquecer que você me habita e é a força que dá vida a minha alma, sem a qual eu nada seria. Obrigada por eu chegar aonde cheguei. Obrigada por eu ser quem eu sou.

À minha orientadora, Professora Assistente Doutor **Daniela Micheline dos Santos**. Tenho você não só como minha orientadora, mas como uma amiga, companheira, uma parceira com quem sempre posso contar. Só tenho a agradecer por todas as oportunidades, pela confiança no meu trabalho, por me abrir as portas para fazer parte da equipe da prótese, por ser uma orientadora tão presente e tão compreensiva, por saber como nos cobrar de um jeito delicado e ao mesmo tempo exigente. É dessa forma que tenho ainda mais prazer em trabalhar. Você é um exemplo de profissional e competência, que em tão pouco tempo alcançou muitas coisas e conquistou o seu espaço. Espero, em um futuro não tão distante, ser um pouquinho do que você é. Tenho por você uma admiração enorme. Obrigada por tudo que fez, faz e se Deus quiser ainda fará por mim. Te adoro.

Ao Professor Adjunto Doutor **Marcelo Coelho Goiato**. Professor, agradeço imensamente, pois sem o senhor o nosso grupo não existiria. Agradeço por ser o idealizador da nossa linha de pesquisa em Prótese Bucomaxilofacial, por ser o elo que

nos mantém unidos, por despertar em mim o desejo de ser uma pesquisadora competente. Considero-o um profissional incrível. Admiro muito sua humildade, simplicidade e o jeito como trata as pessoas, de igual pra igual. Nunca perca essa vontade de formar pesquisadores, porque com certeza esse é um dom que lhe foi dado. Obrigada por todos os ensinamentos, pela motivação e por ter me dado um presente valioso, que é a minha orientadora. Sem o senhor, não haveria tudo isso. Muito obrigada.

À **Professora Simone Cecílio Hallak Regalo**, por aceitar o convite para formar a banca examinadora da minha defesa, pela presença e disponibilidade, pela consideração, por ceder seu conhecimento para que possamos enriquecer nosso trabalho.

À **banca examinadora**, pela presença, pela oportunidade de dividir meu trabalho com vocês, de receber suas sugestões, opiniões, correções e considerações. Muito obrigada.

À **minha mãe Marilze**, uma pessoa iluminada por Deus, de uma alma grandiosa, um coração de bondade infinita. Obrigada por me ensinar a ser uma pessoa melhor, por ser meu exemplo de força e de fé; por secar minhas lágrimas e velar meu sono; por ser meu porto seguro e fortaleza, a razão de eu ser o que sou e de ter chegado aonde cheguei. Seu amor é o amor que Deus esqueceu no mundo, e que eu vi de perto, refletindo nos seus olhos. Um sonho nos mantém um pouquinho longe, mas sei que sempre que eu voltar para casa haverá um lençol branco envolvendo uma árvore, aguardando minha chegada. Obrigada por estar sempre presente, pelo apoio, preocupação, por toda sua dedicação e entrega a mim. Te amo sem medidas.

Ao **meu pai Waldir** (in memoriam), um homem de garra, que lutou pela vida até quando não havia mais forças. Obrigada por me ensinar o perdão, por me ensinar que o que deve permanecer são as coisas boas, e que o amor não faz cobranças e nem

promessas. Por deixar a mensagem de que se deve amar incondicionalmente enquanto ainda há vida, por olhar por mim aí de cima, por me fazer enxergar a força que tenho. Só o amor nos dá condições de cuidar do outro até o fim. Que os anjos te levem todo meu agradecimento. Te amo pai. E tenho saudades.

À minha **avó Alice**. Obrigada por todas as orações, pelas velas acesas nos momentos difíceis, pelo carinho, por todo tempo que já dedicou para cuidar de mim, por ser a base que sustenta nossa família, por ser esse poço de vida e de fé. Quando a idade chega, algumas das nossas habilidades e destrezas da juventude não são mais possíveis. Esse é o momento que temos a oportunidade de saber quem nos ama de verdade, porque só nos ama, só vai ficar até o fim, aquele que, depois da nossa utilidade, descobriu o nosso significado. E com você vó, descobri o verdadeiro significado do amor. O amor que não se mede pela utilidade que a senhora tem pra mim, mas pelo fato de que não consigo viver sem. Te amo gordinha!

À tia **Marluce**, tio **Luiz Antônio** e **Bruna**. Deus é tão grandioso, que me presenteou com uma segunda mãe, um segundo pai e uma irmãzinha!! A vocês, tia e tio, os meus sinceros agradecimentos por tudo que fizeram por mim, como se eu fosse a própria filha de vocês. Sem vocês eu não teria alcançado o que alcancei. Devo e dedico a vocês grande parte do meu futuro, dos meus estudos, das minhas realizações, dos meus objetivos alcançados. Se cheguei até aqui hoje, foi com a ajuda de vocês. E **Bruninha**, muito obrigada por me permitir ser a irmã mais velha, por ser minha amiga e confidente, por torcer por mim, sofrer e comemorar comigo. Um dia você estará no meu lugar, e eu vou comemorar, de sorriso aberto e coração cheio de alegria, todas as suas realizações. Amo vocês. Obrigada por tudo.

Aos meus tios e padrinhos tia **Lúcia** e tio **Tércio**. Obrigada por todo apoio que me deram em todos os momentos, toda força e torcida para que eu realizasse meus sonhos. Tia **Lúcia**, obrigada por ser um exemplo de força e perseverança. Sei o quanto rezou por mim, se preocupou comigo e comemorou comigo minhas vitórias. Aos meus primos **Marcel, Thaiza e José Ricardo** por toda força e presença. E a mais nova integrante da família, minha priminha **Alice**, por toda a alegria que trouxe em um dos momentos mais difíceis de minha vida. Amo vocês.

À minha tia **Maria Ignez**. Obrigada por toda força e apoio, pelas orações, pelos lanches da escola quando eu era ainda pequena, por estar presente na minha qualificação representando toda nossa família, por ser exemplo de alegria frente a tantas provações. Aos meus primos **Andressa, Fábio, Alan e Patrícia**, pela igual força e presença em todos os momentos. Ao meu priminho **Guilherme**, por ser o nosso referencial de inocência e a esperança de um futuro melhor. Amo vocês.

Ao meu namorado, **Lucas**. O reencontro perfeito e abençoado que Deus providenciou. Só tenho a agradecer pela pessoa que você é e pela pessoa que eu sou quando estou com você. Obrigada por estar sempre presente, pela sua compreensão, por ser meu melhor amigo e o meu amor; por me olhar nos olhos e me fazer ter a certeza de que sou amada de uma forma pura e verdadeira, sem medo e sem reservas, por ser a parte que me faltava, pelos carinhos e palavras, pelo esforço para ficarmos mais perto. Minha vida hoje é mais completa, porque tenho você. Obrigada por tudo. Te amo muito.

# Agradecimentos

À minha amiga **Adhara**. Com você aprendi que verdadeiras amizades não são descartáveis e que permanecem haja o que houver. Obrigada por tornar minha vida melhor e mais colorida nesses 6 anos de amizade, por me permitir desvendar o que existe por trás dessa pose de durona. Um coração imenso, uma alma que irradia boa vontade, uma sinceridade imensa, uma sensibilidade e ao mesmo tempo uma força incríveis. Que presente de Deus ter você na minha vida. Obrigada amiga, por tudo que já fez por mim, e por me deixar fazer parte da sua vida. Eu te amo.

À minha amiga **Carol**. Amiga, obrigada por encher meus dias de risadas sinceras e conversas gostosas. Obrigada por nunca ter me desamparado, por todas as palavras de apoio, os abraços e conselhos. Com certeza, ter você na minha vida me faz mais feliz e completa. Obrigada por ser um ombro e um ouvido amigo, por ser essa pessoa maravilhosa que você é, cheia de alegria, que parece não se deixar abalar, e que me serve como um exemplo. Te amo amiga.

À minha amiga **Laura**. Aquela pessoa que vamos descobrindo aos pouquinhos e nos encantando a cada dia. Amor, confiança e amizade construídos com o tempo, e que me enchem de alegria, me completam. Uma benção enorme ter pessoas como você ao meu lado. Uma grande satisfação, para mim, saber que posso contar e confiar em você, e satisfação ainda maior saber que conquistei sua amizade e que você também confia em mim. Te amo Laurete.

Às minhas amigas do doutorado **Amália** e **Marcela Haddad**. Desde que entrei no departamento, pude contar com vocês em tudo. Muito obrigada pelo apoio imenso que sempre me deram, pela ajuda nas pesquisas, nas aulas, na estatística, no Power Point, nos artigos, enfim, não há o que eu não tenha precisado que vocês não tenham me ajudado. E obrigada não só pelos assuntos profissionais, mas também pela amizade, pelas conversas, conselhos, por terem tornado a caminhada mais prazerosa e por serem para mim um exemplo do que desejo ser no meu futuro. Admiro e adoro muito vocês.

À minha amiga **Cecília**. Obrigada por eu ter tido a oportunidade de te conhecer, e muito mais que isso, de morar com você. Pelos abraços em plena madrugada em meio às minhas lágrimas, pelas visitas inesperadas no quarto, pelas conversas jogadas fora, deitadas na cama. Por me permitir descobrir que por trás dessa pessoa pequenininha existe um coração imenso. Amo você.

Aos meus amigos da pós-graduação, de departamento e da vida – **Ana Laura, Aldiéris Pesqueira, Liliane, Emily, Mariana Vilela, Danielzinho, Joel, Victor, Leonardo Piza, Rosse, Thais Suzuki, Valentim, Léo Faverani, Marcela Borghi, Andressa Pascoal, Aljomar, Rodrigo** e todos com quem já tive oportunidade de trabalhar, de conversar, ou de dividir algum momento. Nada nessa vida conseguimos realizar sozinhos. E com certeza sem a ajuda de vocês eu não teria alcançado o que alcancei. Muito obrigada pelo apoio e pela amizade.

Aos meus **amigos da turma 54**, com quem passei e vivi intensamente os 4 anos de graduação. Vocês fazem parte da minha história e carrego um pedacinho de cada um aqui dentro do meu coração. Obrigada por compartilharem comigo uma das melhores épocas da minha vida.



Às minhas amigas “Arroz” – **Adhara, Ana Clara, Ana Carolina, Marcella, Mayara e Milena**. As irmãzinhas que Deus me permitiu escolher. As melhores amigas com quem eu pude contar nos anos de graduação, e com quem ainda posso contar hoje, mesmo distantes. A minha família nos momentos difíceis. O meu riso fácil. A satisfação de fazer parte da vida de vocês. A presença que se faz sentir mesmo a grandes distâncias. Vocês fizeram toda diferença na minha vida. Amo muito vocês minhas arrozes!!!

À **Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Faculdade de Odontologia de Araçatuba**, na pessoa de sua Diretora Prof<sup>a</sup> Ana Maria Pires Soubhia, pela oportunidade de realização do curso de graduação em Odontologia, pelos seus funcionários e corpo docente extremamente competente.

Ao **Programa de Pós-Graduação em Odontologia**, na pessoa da coordenadora Professora **Maria Jose Hitomi Nagata**, pelo empenho em fazer com que nossa faculdade seja reconhecida no mundo científico e pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado em Odontologia, na área de Prótese Dentária.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – **CAPES** e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – **FAPESP**, pela valiosa contribuição financeira para a realização dessa pesquisa.

Ao **Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese**, pela acolhida, pelos funcionários (**Magda, Carlão, Eduardinho, Jander, Ana Marcelina e Dalete**, e ao **Marquinho** da ADFOA), pela hospitalidade, e oportunidade de fazer parte dessa equipe.

# Epígrafe

*“Determinação, coragem e autoconfiança são fatores decisivos para o sucesso. Não importa quais sejam os obstáculos e as dificuldades. Se estamos possuídos de uma inabalável determinação, conseguiremos superá-los. Independentemente das circunstâncias, devemos ser sempre humildes, recatados e despidos de orgulho.”*

*Dalai Lama*

Andreotti AM. **Influência da Adição de Nanopartículas na Estabilidade de Cor, Microdureza e Resistência à Flexão de Resina Específica para Confeção de Próteses Oculares** [dissertação]. Araçatuba: Faculdade De Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2014.

## Resumo

Uma alternativa segura para reabilitar pacientes com anofthalmia é a utilização de próteses oculares. O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da resina acrílica utilizada na confecção destas próteses é de suma importância. Nanopartículas vêm sendo adicionadas à cadeia polimérica das resinas com o objetivo de melhorar essas propriedades. Assim, o propósito desse estudo foi avaliar a influência da adição de nanopartículas na estabilidade de cor, microdureza e resistência à flexão da resina acrílica N1 específica para confecção da esclera artificial. Para isso, foram confeccionadas 300 amostras. As nanopartículas utilizadas foram Óxido de Zinco (ZnO), Dióxido de Titânio (TiO<sub>2</sub>) e Sulfato de Bário (BaSO<sub>4</sub>), nas concentrações de 1, 2 e 2,5%. As amostras foram distribuídas em 10 grupos (n=30) de acordo com o tipo e concentração de nanopartícula associada à resina acrílica N1: controle - sem nanopartícula (C), óxido de zinco 1% (ZnO 1%), óxido de zinco 2% (ZnO 2%), óxido de zinco 2,5% (ZnO 2,5%), dióxido de titânio 1% (TiO<sub>2</sub> 1%), dióxido de titânio 2% (TiO<sub>2</sub> 2%), dióxido de titânio 2,5% (TiO<sub>2</sub> 2,5%), sulfato de bário 1% (BaSO<sub>4</sub> 1%), sulfato de bário 2% (BaSO<sub>4</sub> 2%), sulfato de bário 2,5% (BaSO<sub>4</sub> 2,5%). Os ensaios de leitura de cor, microdureza e resistência à flexão foram realizados antes e após 1008 horas de envelhecimento acelerado. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística, utilizando-se os testes de nested ANOVA e teste de Tukey. Os resultados demonstraram que, comparando-se as diferentes nanopartículas, os grupos com TiO<sub>2</sub>

apresentaram melhor estabilidade de cor, para todas as concentrações. Em relação ao teste de microdureza, com exceção dos grupos C e com adição de óxido zinco, os valores de microdureza aumentaram após envelhecimento, sendo que, nas concentrações de 1 e 2%, os grupos com  $\text{TiO}_2$  apresentaram os maiores valores, com diferença estatística significativa em relação às outras nanopartículas. Considerando-se a resistência à flexão, no período inicial houve diferença estatística significativa entre o grupo controle em relação aos demais grupos. Ainda, comparando-se os períodos, houve diminuição significativa dos valores, após envelhecimento, para os grupos C e com  $\text{TiO}_2$ , independente da concentração. Conclui-se que as nanopartículas influenciaram diretamente nas propriedades da resina acrílica, sendo o  $\text{TiO}_2$ , a nanopartícula com mais influência nas propriedades avaliadas.

Palavras-chave: Resinas Acrílicas, Olho Artificial, Cor, Dureza, Nanopartículas

Andretti AM. **The Influence of Nanoparticles Addition on Color Stability, Microhardness and Flexural Strength of Acrylic Resin Specific for Ocular Prosthesis** [dissertation]. Araçatuba: UNESP - São Paulo State University; 2014.

## Abstract

A safe, aesthetic and satisfactory alternative to rehab patients with anofthalmia is the use of ocular prosthesis. It is very important to know about the physical and mechanical properties of the acrylic resin used on this prosthesis production. Nanoparticles have been added to the acrylic resins polymeric chain in order to improve these properties. So, this study aims to assess the influence of nanoparticles addition on the color stability, microhardness, and flexural resistance of artificial sclera N1 acrylic resin. To this purpose, 300 samples were made. The nanoparticles used were Zinc Oxide (ZnO), Titanium Dioxide (TiO<sub>2</sub>) and Barium Sulfate (BaSO<sub>4</sub>), at the concentrations of 1, 2 and 2,5%. Samples were divided into 10 groups (n=30), according to the nanoparticle and concentration associated with the resin: control – without nanoparticle (C); zinc oxide 1% (ZnO 1%) ; zinc oxide 2% (ZnO 2%); zinc oxide 2,5% (ZnO 2,5%); titanium dioxide 1% (TiO<sub>2</sub> 1%); titanium dioxide 2% (TiO<sub>2</sub> 2%); titanium dioxide 2,5% (TiO<sub>2</sub> 2,5%); barium sulfate 1% (BaSO<sub>4</sub> 1%), barium sulfate 2% (BaSO<sub>4</sub> 2%); barium sulfate 2,5% (BaSO<sub>4</sub> 2,5%). The color stability, microhardness and flexural resistance tests were performed before and after 1008 hours of accelerated aging. Data were subjected to statistical analysis using nested ANOVA and Tukey test. The results showed that, comparing the different nanoparticles, the groups with TiO<sub>2</sub> showed better color stability at all concentrations. Microhardness values increased after artificial aging, except for groups C and ZnO and groups with TiO<sub>2</sub> at 1 and 2% showed the highest

statistically significant values compared with the other nanoparticles. Regarding flexural strength, at initial period, there was statistically significant difference between control group and the other groups. By comparing the periods, the C group and with TiO<sub>2</sub> showed statistically significant lowest flexural strength values after aging, regardless concentration. It is concluded that nanoparticles directly influenced the properties of acrylic resin and TiO<sub>2</sub> was the most influential nanoparticle over the properties evaluated.

**Key words:** Acrylic Resins; Eye, Artificial; Color; Hardness; Nanoparticles.

# Lista de Figuras

<b>Figura 1-</b> Fluxograma da confecção das amostras para os testes de cor/microdureza.....	31
<b>Figura 2-</b> Fluxograma da distribuição das amostras para o teste de resistência à flexão.	31
<b>ANEXO 2</b>	
<b>Figura 3:</b> A) Nanopartículas de ZnO 1%; B) Nanopartículas de ZnO 2%; C) Nanopartículas de ZnO 2,5%; D) Nanopartículas de TiO <sub>2</sub> 1%; E) Nanopartículas de TiO <sub>2</sub> 2%; F) Nanopartículas de TiO <sub>2</sub> 2,5%; G) Nanopartículas de BaSO <sub>4</sub> 1%; H) Nanopartículas de BaSO <sub>4</sub> 2%; I) Nanopartículas de BaSO <sub>4</sub> 2,5%, confeccionadas pela farmácia de manipulação Apothicário, Araçatuba, São Paulo, Brasil .....	74
<b>Figura 4:</b> Materiais utilizados na confecção dos discos de silicone para confecção do molde das amostras de resina acrílica para os testes de cor e microdureza. A) Matriz metálica com dimensões de 45mm x 3mm , contendo 10 orifícios circulares. B) Kit de silicone de condensação de uso laboratorial (colher de medida, Indurent Gel e Zetalabor. C) Lâmina de bisturi nº 15. D) Super Bonder para colagem dos discos na base de gesso.....	74
<b>Figura 5:</b> Materiais utilizados para vazamento do gesso no interior da mufla. A) Mufla para micro-ondas. B) Pincel. C) Vaselina Sólida. D) Gesso especial Durone tipo IV. E) Grau e espátula para gesso. ....	75
<b>Figura 6:</b> Materiais utilizados para confecção das barras de resina acrílica incolor. A) Matriz metálica. B) Resina Acrílica incolor. C) Lixas para acabamento. ....	75
<b>Figura 7:</b> Materiais utilizados na confecção das amostras de resina acrílica N1: A) Pote com tampa para resina acrílica. B) Espátula nº 36. C) Resina acrílica termopolimerizável Clássico N1. D) Maxicut e lixas abrasivas para acabamento. E)	

Isolante Cel Lac para inclusão da resina acrílica na mufla .....	75
<b>Figura 8:</b> A) Balança digital de precisão utilizada para pesar as nanopartículas. B) Prensa hidráulica usada para prensagem da resina acrílica. C) Micro-ondas. D) Paquímetro digital.....	76
<b>Figura 9:</b> Politriz semi automática Ecomet 250 Pro/Automet 250 Buehler .....	76
<b>Figura 10:</b> A) Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta UV-2450 para realização do teste de estabilidade de cor. B) Microdurômetro modelo HMV-2T para teste de microdureza .....	77
<b>Figura 11:</b> A) Máquina de Ensaio Universal EMIC utilizada para o teste de resistência à flexão. B) Câmara de Envelhecimento Acelerado.....	77
<b>Figura 12:</b> A e B) Discos de silicone confeccionados em matriz metálica. C) Isolamento da parte interna da mufla com vaselina sólida. D) Vazamento do gesso especial para confecção da base de gesso na mufla. E) Base de gesso finalizada .....	78
<b>Figura 13:</b> Confeção do molde circular. A) Colagem do disco de silicone. B) Isolamento do gesso com vaselina sólida. C) Posicionamento da contra-mufla. D) Vazamento do gesso para confecção do molde circular. E e F) Molde circular finalizado. ....	78
<b>Figura 14:</b> Confeção do molde retangular. A) Barra de resina incolor. B) Colagem das barras na base de gesso. C) Recobrimento das barras com silicone laboratorial. D) Molde finalizado.....	79
<b>Figura 15:</b> A) Pesagem das nanopartículas em balança de precisão digital. B) Nanopartículas sendo vertidas no pote de vidro para resina. C,D e E) Polímero e monômero da resina acrílica N1 devidamente proporcionados. ....	79
<b>Figura 16:</b> A, B, C e D) Manipulação da resina acrílica N1 juntamente com as nanopartículas. E) Prensagem da mufla após inserção da resina acrílica no molde.....	80



<b>Figura 17:</b> A e B) Acabamento das amostras com maxicut. C) Acabamento realizado na politriz. D, E e F) Dimensões das amostras aferidas com paquímetro digital.....	80
<b>Figura 18:</b> Amostras circulares utilizadas nos testes de cor e microdureza. Amostra superior: antes do envelhecimento. Amostra superior: após envelhecimento. A) Grupo controle. B) ZnO 1%. C) ZnO 2% e D) ZnO 2,5% .....	81
<b>Figura 19:</b> Amostras circulares utilizadas nos testes de cor e microdureza. Amostra superior: antes do envelhecimento. Amostra superior: após envelhecimento. A) Grupo TiO <sub>2</sub> 1%. B) TiO <sub>2</sub> 2% e C) TiO <sub>2</sub> 2,5% .....	81
<b>Figura 20:</b> Amostras circulares utilizadas nos testes de cor e microdureza. Amostra superior: antes do envelhecimento. Amostra superior: após envelhecimento. A) Grupo BaSO <sub>4</sub> 1%. B) BaSO <sub>4</sub> 2% e C) BaSO <sub>4</sub> 2,5%. .....	81
<b>Figura 21:</b> Amostras retangulares utilizadas no teste de resistência à flexão, antes e após envelhecimento. A) grupo controle. B) ZnO 1%. C) ZnO 2%. D) ZnO 2,5%. E) TiO <sub>2</sub> 1%. F) TiO <sub>2</sub> 2%. G) TiO <sub>2</sub> 2,5%. H) BaSO <sub>4</sub> 1%. I) BaSO <sub>4</sub> 2%. J) BaSO <sub>4</sub> 2,5% .....	82
<b>Figura 22:</b> Figura geométrica formada após penetração da ponta do microdurômetro na superfície da amostra.....	82
<b>Figura 23:</b> A) Marcações realizadas nas amostras para teste de resistência à flexão (marcação no centro da amostra e duas marcações distantes 1 cm das extremidades). B) Amostra devidamente posicionada no dispositivo para realização do teste por meio da técnica dos 3 pontos .....	83
<b>Figura 24:</b> Realização do teste de resistência à flexão, demonstrando a amostra se flexionando até o momento de sua fratura.....	83
<b>Figura 25:</b> Amostras fraturadas após teste de resistência à flexão .....	83

# Lista de Tabelas

<b>Tabelas</b>	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1:</b> Resultados de ANOVA dois fatores para alteração de cor ( $\Delta E$ ).....	39
<b>Tabela 2:</b> Valores médios e desvio padrão de alteração de cor ( $\Delta E$ ).....	40
<b>Tabela 3:</b> Valores médios e desvio padrão de $\Delta E$ para nanopartícula independente da concentração utilizada.....	41
<b>Tabela 4:</b> Resultados de ANOVA nested três fatores para microdureza (Knoop).....	41
<b>Tabela 5:</b> Valores médios e desvio padrão de microdureza Knoop .....	42
<b>Tabela 6:</b> Resultados de ANOVA nested três fatores para resistência à Flexão (Mpa).....	43
<b>Tabela 7:</b> Valores médios e desvio padrão de resistência à Flexão (MPa) para nanopartícula e período analisado, independente da concentração.....	44
<b>ANEXO 3</b>	
<b>Tabela 9:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo CONTROLE, antes e após 1008 horas de envelhecimento.....	84
<b>Tabela 10:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo ZnO 1%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	84
<b>Tabela 11:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo ZnO 2%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	85
<b>Tabela 12:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo ZnO 2,5%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	85
<b>Tabela 13:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo TiO <sub>2</sub> 1%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	86
<b>Tabela 14:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo TiO <sub>2</sub> 2%, antes e	

após 1008 horas de envelhecimento .....	86
<b>Tabela 15:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo TiO <sub>2</sub> 2,5%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	87
<b>Tabela 16:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo BaSO <sub>4</sub> 1%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	87
<b>Tabela 17:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo BaSO <sub>4</sub> 2%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	88
<b>Tabela 18:</b> Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo BaSO <sub>4</sub> 2,5%, antes e após 1008 horas de envelhecimento .....	88
<b>Tabela 19:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo Controle .....	89
<b>Tabela 20:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo CONTROLE, após envelhecimento de 1008 horas .....	89
<b>Tabela 21:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 1%.....	90
<b>Tabela 22:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 1%, após envelhecimento de 1008 horas. ....	90
<b>Tabela 23:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2%.....	91
<b>Tabela 24:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2%, após envelhecimento de 1008 horas. ....	91
<b>Tabela 25:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2,5%.....	92
<b>Tabela 26:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2,5%, após envelhecimento de 1008 horas. ....	92
<b>Tabela 27:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO <sub>2</sub> 1%.....	93
<b>Tabela 28:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO <sub>2</sub> 1%, após envelhecimento de 1008 horas.....	93
<b>Tabela 29:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo TIO <sub>2</sub> 2%.....	94

<b>Tabela 30:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO <sub>2</sub> 2%, após envelhecimento de 1008 horas.....	94
<b>Tabela 31:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO <sub>2</sub> 2,5%,....	95
<b>Tabela 32:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO <sub>2</sub> 2,5%, após envelhecimento de 1008 horas. ....	95
<b>Tabela 33:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO <sub>4</sub> 1%.....	96
<b>Tabela 34:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO <sub>4</sub> 1%, após envelhecimento de 1008 horas. ....	96
<b>Tabela 35:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO <sub>4</sub> 2%.....	97
<b>Tabela 36:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO <sub>4</sub> 2%, após envelhecimento de 1008 horas. ....	97
<b>Tabela 37:</b> Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO <sub>4</sub> 2,5%..	98
<b>Tabela 38:</b> Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO <sub>4</sub> 2,5%, após envelhecimento de 1008 horas. ....	98
<b>Tabela 39:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo CONTROLE. ....	99
<b>Tabela 40:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo ZnO 1%.....	99
<b>Tabela 41:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo ZnO 2%.....	100
<b>Tabela 42:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo ZnO 2,5%.....	100
<b>Tabela 43:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo TiO <sub>2</sub> 1%.....	101
<b>Tabela 44:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste	

de resistência à flexão, para o grupo $\text{TiO}_2$ 2%.....	101
<b>Tabela 45:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo $\text{TiO}_2$ 2,5%.....	102
<b>Tabela 46:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo $\text{BaSO}_4$ 1%.....	102
<b>Tabela 47:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo $\text{BaSO}_4$ 2%.....	103
<b>Tabela 48:</b> Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo $\text{BaSO}_4$ 2,5%.....	103

# Lista de Abreviaturas e Siglas

Pág. = Página

% = Porcento

ZnO = Óxido de Zinco

TiO<sub>2</sub> = Dióxido de Titânio

BaSO<sub>4</sub> = Sulfato de Bário

mL = Mililitros

g = gramas

< = Menor

> = Maior

Kg = Quilograma

µm = Micrometro

et al. = E colaboradores

Ltda = Limitada

nº = Número

mm = Milimetro

min = Minuto

C° = Graus Celsius

SP = São Paulo

UV = Radiação ultravioleta

UVB = Radiação ultravioleta B

DP = Desvio Padrão

# Sumário

1. Introdução .....	25
2. Proposição .....	27
3. Material e Método .....	29
4. Resultados. ....	38
5. Discussão .....	45
6. Conclusões .....	53
7. Referências .....	55
ANEXOS .....	63
ANEXO 1 - Normas da revista selecionada para publicação dos artigos ( <i>Polymer Degradation and Stability</i> ).....	64
ANEXO 2 - Ilustrações da fase laboratorial da metodologia .....	74
ANEXO 3 - Tabelas dos valores obtidos nos testes de estabilidade de cor, microdureza e resistência à flexão antes e após o ensaio de envelhecimento acelerado por 1008 horas	84

# Introdução



## 1. Introdução

Os olhos, meio de comunicação do ser humano com o mundo externo, são considerados as janelas da alma, por meio dos quais os sentimentos e as expressões são traduzidos. A ausência ocular implica em dificuldades de estabelecer vínculos sociais e afetivos, transtornos funcionais, emocionais, pessoais, sociais, e estéticos [1].

Uma alternativa segura, estética e satisfatória para reabilitar pacientes anoftálmicos é a utilização de próteses oculares. Uma vez que a visão não pode ser reconstituída por meios artificiais, a prótese tem como principal objetivo reconstruir a estética da face, restaurando e embelezando o rosto cuja expressão fora comprometida [2, 3]. Os materiais utilizados para confecção das próteses oculares exigem requisitos importantes, tais como estética, durabilidade, boa adaptação e biocompatibilidade [4-7], razão pela qual as resinas acrílicas há algum tempo são o material de escolha para confecção dessas próteses [6-9].

Para a confecção da prótese ocular, as resinas para esclera artificial, com pigmentação branca, e a resina incolor são associadas. Essas resinas podem sofrer alteração de suas propriedades ao longo do tempo. A alteração de cor, por exemplo, pode ser causada por fatores intrínsecos, que envolvem a própria descoloração do material de resina, com a alteração da sua matriz, e fatores extrínsecos como radiação solar, mudanças térmicas, umidade, absorção e de substâncias [14-16].

Além da cor, o conhecimento das propriedades mecânicas do material, por parte do profissional é muito importante para o sucesso da sua confecção, instalação e uso pelo paciente [7]. A microdureza superficial de um material está diretamente ligada à longevidade da prótese, pois quanto maior a microdureza superficial, maior sua resistência ao desgaste abrasivo evitando riscos e trincas [6, 9, 17]. A flexibilidade pode

ser definida como sendo a maior deformação sofrida por um corpo, resultante de uma tensão, até que ocorra sua fratura [18]. Caso o material apresente baixa resistência à flexão, pode ocorrer fratura mais facilmente. A fratura pode ser considerada umas das mais importantes deficiências práticas das resinas acrílicas já que, sua ocorrência é um fator que muito interfere no manuseio da prótese pelo paciente [19].

Sabe-se que nanopartículas vêm sendo adicionadas à cadeia polimérica das resinas com o principal objetivo de melhorar as propriedades físicas e mecânicas destes materiais. Nanopartículas de dióxido de titânio ( $\text{TiO}_2$ ) têm sido utilizadas em materiais poliméricos, devido às suas excelentes propriedades mecânicas e fotoatividades singulares [20]. Outras também podem proteger materiais, como os silicones faciais, da degradação da cor, por bloquearem a luz ultravioleta [16, 26-29]. Entretanto, verifica-se que não existem estudos a respeito da influência de nanopartículas na manutenção das propriedades de resinas acrílicas específicas para confecção de esclera artificial.

Portanto, considerando os efeitos degradantes do meio ambiente nas propriedades dos materiais ao longo do tempo, esse estudo busca compreender melhor a ação de nanopartículas associadas às resinas acrílicas utilizadas na confecção de próteses oculares, visando melhorar suas propriedades físicas e mecânicas.

.....

Esse artigo será formatado de acordo com as normas do periódico *Polymer Degradation and Stability*.

# Proposição

---

---

## 2. Proposição

O objetivo desse estudo foi avaliar a influência da adição de diferentes nanopartículas - Óxido de Zinco (ZnO), Dióxido de Titânio (TiO<sub>2</sub>) e Sulfato de Bário (BaSO<sub>4</sub>) - em diferentes concentrações (1, 2 e 2,5%), na estabilidade de cor, microdureza e resistência à flexão da resina acrílica N1, específica para confecção da esclera artificial.

Este estudo apresentou como hipótese que a adição de nanopartículas iria melhorar as propriedades físicas e mecânicas da resina estudada, sendo a maior concentração dessas nanopartículas significativa em relação às demais.

# Material e Método

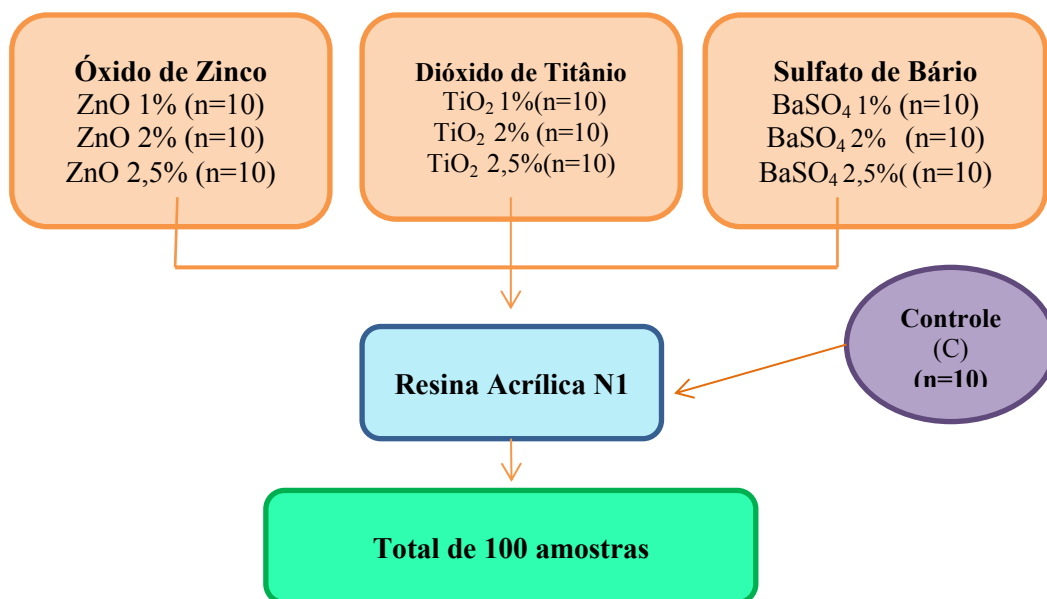
---

---

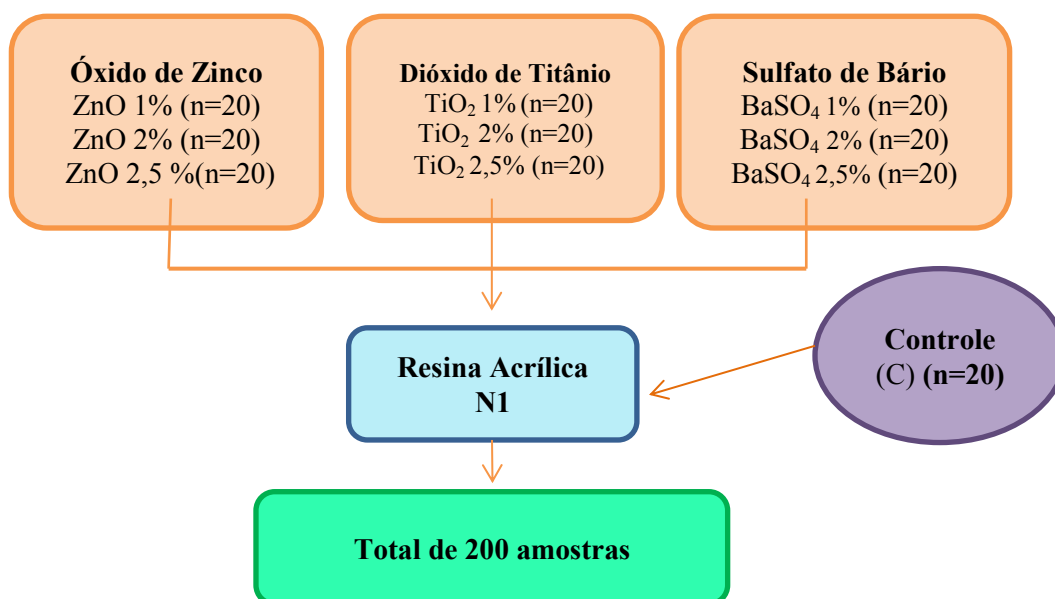
### 3. Material e Método

Foram confeccionadas 300 amostras em resina acrílica branca N1 (Artigos Odontológicos Clássico, São Paulo, SP, Brasil), das quais 100 foram utilizadas para o teste de cor e microdureza e as outras 200 para o teste de resistência à flexão (100 para leitura inicial e 100 para leitura após envelhecimento). Para este último teste foram confeccionadas 200 amostras, pois as 100 iniciais são fraturadas após a realização do teste. (Figuras 1 e 2)

As nanopartículas utilizadas foram Óxido de Zinco (ZnO), Dióxido de Titânio (TiO<sub>2</sub>) e Sulfato de Bário (BaSO<sub>4</sub>), nas concentrações de 1, 2 e 2,5%. As amostras foram distribuídas em 10 grupos (n=30 – 10 para os testes de cor e microdureza e 20 para o teste de resistência à flexão) de acordo com o tipo e concentração de nanopartícula associada à resina acrílica N1: controle - sem nanopartícula (C), óxido de zinco 1% (ZnO 1%), óxido de zinco 2% (ZnO 2%), óxido de zinco 2,5% (ZnO 2,5%), dióxido de titânio 1% (TiO<sub>2</sub> 1%), dióxido de titânio 2% (TiO<sub>2</sub> 2%), dióxido de titânio 2,5% (TiO<sub>2</sub> 2,5%), sulfato de bário 1% (BaSO<sub>4</sub> 1%), sulfato de bário 2% (BaSO<sub>4</sub> 2%), sulfato de bário 2,5% (BaSO<sub>4</sub> 2,5%). (Figuras 1 e 2).



**Figura 1.** Fluxograma da confecção das amostras para os testes de cor/microdureza



**Figura 2:** Fluxograma da distribuição das amostras para o teste de resistência à flexão

As amostras utilizadas nos ensaios de cor e microdureza, foram confeccionadas por meio de discos de silicone extra duro (Zetalabor, Zhermack, Badia Polesine, Rovigo, Itália) com 30 mm de diâmetro e 3 mm de espessura (Artigo Gerodontology nosso, Artigo Gabi JMET), obtidos por uma matriz metálica. Os excessos dos discos

foram removidos com lâmina de bisturi nº 15, para melhor regularização de sua margem.

Os discos foram incluídos individualmente em muflas (VIPI STG, VIPI Indústria, Comércio, Exportação e Importação de Produtos Odontológicos Ltda., Pirassununga, São Paulo, Brasil). Para isso, a superfície interna da mufla foi isolada com vaselina em pasta, sendo preenchida em seguida com gesso especial tipo IV (Durone, Dentsply, Petrópolis, Rio de Janeiro, Brasil), seguindo a proporção de 100 g de pó para 3 mL de água, espatulado por 1 minuto, de acordo com as instruções do fabricante, e vertido sobre vibração constante até o completo preenchimento, de forma a obter superfície lisa e plana.

Após a cristalização do gesso, o disco de silicone foi posicionado sobre a superfície do gesso utilizando adesivo (Super-Bonder, Loctite, São Paulo, São Paulo, Brasil). Sobre a superfície deste disco foi vertido gesso pedra tipo IV. A contra-mufla foi posicionada, e o conjunto levado à prensa hidráulica de bancada (VH, Midas Dental Produtos Ltda., Araraquara, São Paulo, Brasil) sobre pressão constante de 1,25 toneladas por 3 minutos, evitando-se, assim, o desajuste nas regiões de encaixe da mufla causada pela expansão do gesso. Após a cristalização do gesso, as muflas foram abertas e os discos removidos, obtendo-se, dessa forma, os moldes.

Para a obtenção das amostras submetidas ao teste de resistência à flexão, foram confeccionadas barras em resina acrílica autopolimerizável incolor (Artigos Odontológicos Clássico Ltda., SP, Brasil) por meio de uma matriz metálica. Estas barras receberam acabamento com lixas de diferentes granulações (Buehler, Lake Bluf, Illinois, EUA) a fim de apresentarem dimensões de 64 x 10 x 3,3 mm (Goiato e Yida/[7]), e textura uniforme e lisa. Em seguida, as barras foram incluídas em muflas para micro-ondas utilizando-se gesso especial tipo IV (Durone, Dentsply, Petrópolis, Rio de



Janeiro, Brasil) e silicone laboratorial extra-duro (Zhermack, Rovigo, Itália), para facilitar a desinclusão das amostras. Após a polimerização do silicone e a cristalização do gesso na inclusão final as muflas foram abertas, as barras removidas, obtendo-se assim os moldes.

A resina acrílica N1 (Artigos Odontológicos Clássico, São Paulo, SP, Brasil) foi proporcionada de acordo com as instruções do fabricante, manipulada para cada amostra individual, e inserida nos moldes das muflas. A incorporação das nanopartículas foi realizada no momento da manipulação da resina. Para isso, tanto a resina quanto as nanopartículas foram devidamente pesadas em balança digital de precisão (BEL Equipamentos Analítico, SP, Brasil), sendo as nanopartículas equivalentes a 1, 2 ou 2,5 % ao peso da resina acrílica.

Após a inserção da resina no molde, a contra-mufla foi posicionada e levada a uma prensa hidráulica de bancada com carga de 1,25 toneladas, permanecendo em repouso durante 2 minutos, e realizada a polimerização de bancada por 30 minutos. A polimerização da resina foi realizada em forno micro-ondas (Brastemp, SP, Brasil) utilizando 60% de sua potência máxima (1400 watts), durante 3 minutos. Após o resfriamento natural das muflas, estas foram abertas e as amostras removidas.

As amostras receberam acabamento com broca Maxicut e com lixas com granulações (Buehler, Lake Bluf, Illionois, EUA), simulando as condições laboratoriais para polimento das próteses oculares. Todas as amostras tiveram suas dimensões aferidas com auxílio de paquímetro (MEBA, Zagreb, Iugoslávia), sendo assim finalizadas. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em soro fisiológico por 24 horas, para serem hidratadas e, ao mesmo tempo, para que o monômero residual fosse eliminado simulando [7], desse modo, as condições de uso da prótese ocular na cavidade anoftálmica.

Após esse período, as amostras foram submetidas aos ensaios de estabilidade de cor, microdureza e resistência à flexão, antes e após 1008 horas de envelhecimento acelerado.

#### *Avaliação da Estabilidade de Cor*

As leituras de estabilidade de cor das amostras foram realizadas com auxílio do espectrofotômetro de reflexão ultravioleta visível (Shimadzu Corp., Nakagyo-ku, KyTiOo, Japão) com as alterações de cor calculadas por meio do Sistema CIE L\*a\*b\*, conforme estabelecido pela *Comissin Internacionale de l'Eclairage* - CIE (Comissão Internacional sobre Iluminação) [30]

O CIE \*L\*a\*b\* permite a especificação de percepções de cores em termos de espaço tridimensional, comparando-se a cor da superfície das amostras com a cor do grupo controle correspondente, através do comprimento de onda versus reflexão. A axial “L” é conhecida como luminosidade e se estende de 0 (preto) a 100 (branco perfeito). A coordenada “a” representa a quantidade de vermelho (valores positivos) e de verde (valores negativos), enquanto a coordenada “b” representa a quantidade de amarelo (valores positivos) e de azul (valores negativos). As coordenadas “a” e “b” coexistem no mesmo plano, dentro deste espaço tridimensional. O sistema CIE L\*a\*b\* calcula a variação de cor entre dois pontos por meio da fórmula:  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ .

#### *Avaliação da microdureza*

A microdureza superficial (Knoop) foi analisada por meio do microdurômetro modelo HMV-2T (Shimadzu Corp, KyTiOo, Japão), seguindo a especificação da ASTM (*American Society for Testing Materials*) E384 – 11 (*Standard Test Method for*

*Knoop and Vickers Hardness of Materials 55(ASTM)* [31]. De acordo com essa norma, o microdurômetro foi calibrado com carga de 25g por 10 segundos. Durante o ensaio, o microdurômetro aciona uma ponta penetradora de diamante com forma piramidal com base losangular sobre carga vertical estática de 25 g aplicada por 10 segundos, e a leitura foi realizada com a objetiva de 10X. Quando acionado, o penetrador realiza uma compressão na superfície do espécime, gerando uma figura geométrica em forma de losango, visualizada pelo contraste entre a impressão e a superfície (Figura 20, ANEXO 2). O losango possibilita a determinação da microdureza superficial a partir da mensuração da sua maior diagonal, cujo valor é aplicado em uma forma matemática para BaSO<sub>4</sub>tenção dos resultados. O microdurômetro utilizado no experimento realiza os cálculos automaticamente, a partir de duas marcas que surgem na tela do computador sBaSO<sub>4</sub>repostas aos vértices agudos do losango. Cada amostra foi submetida a cinco penetrações BaSO<sub>4</sub>servadas em um monitor acoplado ao microdurômetro, sendo essas 500 µm distantes de uma penetração a outra, e ao mesmo tempo 500 µm distantes da margem superior da amostra.

#### *Avaliação da resistência à flexão*

O ensaio da resistência à flexão foi realizado em uma máquina de ensaio universal (EMIC, São José dos Pinhais, SP, Brasil) por meio do ensaio de módulo de ruptura, segundo técnica dos três pontos. As amostras foram posicionadas na máquina em um suporte com distância de 50 mm entre suas margens, com célula de carga de 100 kg e velocidade constante de 5mm/min., até ocorrer sua fratura.

A resistência de cada amostra foi registada graficamente e a força flexural foi medida a partir da curva de carga-deflexão obtida. O valor da resistência à flexão, em MPa, foi calculada usando a seguinte equação:

$$S = \frac{3PL}{2bd^2}$$

onde P é a carga de ruptura, L é o comprimento entre os apoios (50 mm), b representa a largura e d é a espessura da amostra. (Archadian N, 2000)

### *Envelhecimento Acelerado*

Após as leituras iniciais iniciou-se o processo de envelhecimento acelerado, por meio de uma câmara de envelhecimento UVB/condensação (Equilam, Diadema, SP, Brasil), de acordo com ASTM G 53 (*American Society for Testing Materials Norma 53*) [32]. Cada ciclo de envelhecimento foi realizado por doze horas. Nas primeiras oito horas, luz ultravioleta incidiu à temperatura de  $60 \pm 3^\circ\text{C}$ . Nas quatro horas seguintes, ocorreu o período de condensação sem luz, com temperatura de  $45 \pm 3^\circ\text{C}$ . As amostras foram expostas a 1008 horas de envelhecimento acelerado. E após esse período foram realizadas novas leituras de estabilidade de cor, microdureza e resistência à flexão.

### *Análise estatística*

O efeito dos diferentes tipos e concentrações de nanopartículas na alteração de cor foi analisado por análise de variância com efeitos aninhados (nested-ANOVA).

Estudos com efeitos aninhados podem ser utilizados quando as restrições nos impedem de cruzar todos os níveis de um fator com todos os níveis do outro fator, ou seja, quando menos do que todos os níveis de um fator ocorrem dentro de cada nível do outro fator. Nesse tipo de estudo, o efeito da interação não pode ser calculado, porém o próprio desenho utilizado já considera a interação de efeito avaliado entre os dois fatores hierarquicamente. Na análise da cor, o efeito da concentração e nanopartícula sobre a alteração de cor do material de prótese ocular foi avaliado com ANOVA

hierárquica de dois fatores. Para microdureza e resistência à flexão foi utilizado ANOVA hierárquica de três fatores. O fator concentração foi aninhado para o fator nanopartícula, porque menos do que todos os níveis do fator concentração ocorrem dentro de cada faixa do fator nanopartícula. Diferenças significantes foram comparadas pelo teste de Tukey HSD ( $\alpha = 0,05$ ).

# Resultados

---

---

## 4. Resultados

Os resultados obtidos estão apresentados nas tabelas de 1-8.

A tabela 1 apresenta a análise de variância dos valores de alteração de cor. Pode se verificar que houve diferença significativa para o fator nanopartícula, e para o fator concentração, hierárquico ao fator nanopartícula (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados de nested ANOVA dois fatores para alteração de cor ( $\Delta E$ ).

Fator de variação	<i>gl</i>	SQ Sequencial	SQ Ajustada	MQ Ajustada	F	<i>p</i>
<b>Nanopartícula</b>	3	405,4	405,4	135,1	330,7	< 0,001*
<b>Concentração (Nanopartícula)</b>	6	133,3	133,3	22,2	54,4	< 0,001*
<b>Erro</b>	90	36,8	36,8	0,4		
<b>Total</b>	99	575,4				

\* $p < 0,05$  denota diferença estatística significativa

Todas as amostras apresentaram alteração de cor considerável ( $\Delta E > 0$ ; Tabela 2), sendo o grupo Controle e os grupos com adição de  $\text{BaSO}_4$  os que apresentaram os maiores valores de alteração de cor, com diferença estatística significativa em relação aos outros grupos (Tabela 2). Ainda, os valores encontrados para esses grupos (Controle e com  $\text{BaSO}_4$ ) foram tão semelhantes, que não houve diferença estatística significativa entre eles, independente da concentração de  $\text{BaSO}_4$  utilizada (Tabela 3). Observou-se que, com o aumento da concentração de nanopartículas, os grupos com  $\text{ZnO}$  e  $\text{TiO}_2$  apresentaram diminuição significativa ( $p < 0,05$ ) dos valores de alteração de cor (Tabela 2). Independente da concentração, os grupos com adição de nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  apresentaram os menores valores de alteração de cor, com diferença estatisticamente

significante em relação aos outros grupos (Tabelas 2 e 3), sendo o grupo com adição de 2,5% de TiO<sub>2</sub>, o que apresentou o menor valor de alteração cromática, diferente estatisticamente em relação a todos os outros grupos ( $p < 0,05$ ; Tabela 2 e 3).

**Tabela 2.** Valores médios e (desvio padrão) de alteração de cor ( $\Delta E$ ).

Concentração	Nanopartícula	Alteração de cor $\Delta E$
<b>Não tem</b>	Controle	13,74 (0,55) A
<b>1%</b>	ZnO	12,66 (0,45) B
	TiO <sub>2</sub>	10,22 (0,58) C
	BaSO <sub>4</sub>	12,52 (0,45) B
<b>2%</b>	ZnO	10,10 (0,92) C
	TiO <sub>2</sub>	8,78 (0,61) D
	BaSO <sub>4</sub>	13,38 (0,56) AB
<b>2,5%</b>	ZnO	9,14 (1,07) D
	TiO <sub>2</sub>	6,89 (0,38) E
	BaSO <sub>4</sub>	14,02 (0,47) A

Letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferença estatística significante pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).



**Tabela 3.** Valores médios de  $\Delta E$  (desvio padrão) para nanopartícula independente da concentração utilizada.

Nanopartícula	Alteração de cor $\Delta E$
<b>Controle</b>	13,74 (0,55) A
<b>ZnO</b>	10,64 (1,72) B
<b>TiO<sub>2</sub></b>	8,63 (1,48) C
<b>BaSO<sub>4</sub></b>	13,31 (0,79) A

Letras maiúsculas diferentes na coluna indicam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Para o teste de microdureza, pode se verificar diferença estatisticamente significativa para todos os fatores analisados e na interação destes. (Tabela 4)

**Tabela 4.** Resultados de nested ANOVA três fatores para microdureza (Knoop).

Fator de variação	<i>Gl</i>	SQ Sequencial	SQ Ajustada	MQ Ajustada	F	<i>P</i>
Período	1	13,2	6,7	6,7	36,6	< 0,001*
Nanopartícula	3	45,2	45,2	15,1	82,5	< 0,001*
Período x Nanopartícula	3	37,9	38,0	12,6	69,3	< 0,001*
Concentração (Nanopartícula)	6	16,8	16,8	2,8	15,4	< 0,001*
Período x Concentração (Nanopartícula)	6	7,2	7,1	1,2	6,5	< 0,001*
Error	180	32,8	32,8	0,2		
Total	199	153,0				

\* $p < 0,05$  denota diferença estatística significativa.

A tabela 5 apresenta os valores de microdureza antes e após o envelhecimento. Houve um aumento nos valores de microdureza após envelhecimento, exceto para os grupos controle e com adição de ZnO. De forma geral, os grupos com adição de TiO<sub>2</sub> apresentaram maiores valores de microdureza, em ambos os períodos, sendo que comparando-se as nanopartículas, nas mesmas concentrações, os grupos com adição de 1 e 2% de TiO<sub>2</sub>, apresentaram os maiores valores de microdureza, com diferença estatisticamente significante em relação às outras nanopartículas, no período após envelhecimento.

**Tabela 5.** Valores médios e desvio padrão de microdureza Knoop.

Concentração	Nanopartícula	Período de Tempo	
		Inicial	Após Envelhecimento
Sem Pigmento	Controle	20,16 (0,35) ABa	20,04 (0,25) Ca
	ZnO	20,12 (0,33) ABa	19,57 (0,57) CDa
	TiO <sub>2</sub>	20,16 (0,44) ABa	20,93 (0,40) Bb
1%	BaSO <sub>4</sub>	19,26 (0,31) Ba	19,95 (0,23) Ca
	ZnO	19,64 (0,29) ABCa	19,11 (0,78) Da
	TiO <sub>2</sub>	20,31 (0,29) Aa	21,76 (0,34) Ab
2%	BaSO <sub>4</sub>	19,57 (0,32) Ba	20,81 (0,81) Bb
	ZnO	19,50 (0,49) Ba	18,59 (0,28) Db
	TiO <sub>2</sub>	19,88 (0,34) ABCa	20,84 (0,40) Bb
2,5%	BaSO <sub>4</sub>	19,22 (0,36) BCa	21,36 (0,38) ABb

Letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam diferença estatística significante pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A tabela 6 apresenta os resultados de análise de variância para o teste de resistência à flexão. Pode-se observar para os fatores período, nanopartícula e a interação entre eles, diferença estatística significativa.

**Tabela 6.** Resultados de nested ANOVA três fatores para resistência à Flexão (MPa).

Fator de variação	<i>gl</i>	SQ Sequencial	SQ Ajustada	MQ Ajustada	F	<i>p</i>
Período	1	13014,3	15065,5	15065,5	96,9	< 0,001*
Nanopartícula	3	3329,7	3329,7	1109,9	7,1	< 0,001*
Período x Nanopartícula	3	8141,4	8141,4	2713,8	17,5	< 0,001*
Concentração (Nanopartícula)	6	503,5	503,5	83,9	0,5	0,78
Período x Concentração (Nanopartícula)	6	1052,8	1052,8	175,5	1,1	0,35
Error	180	27999,4	27999,4	155,6		
Total	199	54041,1				

\* $p < 0,05$  denota diferença estatística significativa.

Podemos observar, no período inicial, diferença significativa entre o grupo controle e os grupos com nanopartículas, independente da concentração utilizada. Na comparação entre os períodos, houve diferença significativa para os grupos controle e TiO<sub>2</sub>, com diminuição dos valores. A nanopartícula TiO<sub>2</sub> apresentou o menor valor de resistência à flexão após envelhecimento, independente da concentração (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores médios e desvio padrão de resistência à Flexão (MPa) para nanopartícula e período analisado, independente da concentração.

Nanopartícula	Período	
	Inicial	Após Envelhecimento
<b>Controle</b>	112,23 (9,04) Aa	76,45 (17,11) ABb
<b>ZnO</b>	84,85 (15,34) Ca	80,65 (12,31) Aa
<b>TiO<sub>2</sub></b>	97,08 (13,35) Ba	66,91 (11,21) Bb
<b>BaSO<sub>4</sub></b>	83,31 (10,62) Ca	75,82 (9,96) Aba

Letras maiúsculas diferentes na coluna e letras minúsculas diferentes na linha indicam diferença estatística significativa pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

# Discussão

---

---

## 5. Discussão

A hipótese do estudo foi parcialmente aceita, uma vez que nem todas as nanopartículas e suas concentrações (1, 2 e 2,5%) influenciaram positivamente nas propriedades da resina acrílica avaliadas.

Foram verificados nos nossos resultados que o uso de luz UV, umidade e calor foram fatores causadores da degradação do polímero, alterando as propriedades de estabilidade de cor, microdureza e resistência à flexão da resina acrílica N1, isto porque o envelhecimento acelerado pode ter causado degradação na matriz orgânica, tais como hidrólise e decomposição das cadeias poliméricas [11, 34, 35].

### *Estabilidade Cromática*

Todas as amostras apresentaram alteração de cor após envelhecimento (Tabela 2). Isso pode estar relacionado pela maioria dos polímeros que possuem grupos funcionais nas suas cadeias moleculares, absorverem luz UV; entre eles estão o grupo carbonil C=O, anéis aromáticos e ligações C=C. Sabe-se que quando a molécula de um polímero absorve a luz UV através de seus grupos funcionais, essa energia leva a um estado mais instável de sua estrutura. Esse excesso de energia pode ser desativado por vários caminhos, tais como transferir a excitação para outra molécula, e assim se reestabelecer. Esses grupos podem retornar ao seu estado inicial por estágios, reemitindo o excesso de energia em um comprimento de onda mais longo, como a luz visível ou calor. Se a molécula excitada dispersa o excesso de energia por algum meio, haverá ruptura, ou seja, degradação fotoquímica, e esses fatores contribuem, concomitantemente, com a deterioração do material, tais como perda de cor ou brilho, perda da opacidade, surgimento de trincas e rigidez (dureza). [10, 11, 17].

Outros motivos pelos quais a cor pode se alterar são os fatores extrínsecos e intrínsecos [40, 41]. Os fatores intrínsecos envolvem a própria descoloração do material com alteração de sua matriz, o qual é uma ocorrência frequente após o envelhecimento devido a algumas condições físico-químicas tais como variações de umidade e térmicas [42]. Os fatores extrínsecos, como absorção e adsorção de substâncias também podem gerar alterações de cor [11, 43]. Além disso, fatores como acúmulo de soluções corantes, desidratação, infiltração, rugosidade superficial, degradação química, uso, oxidação durante as reações duplas de carbono produzindo compostos peróxido, e a contínua formação de pigmentos devido à degradação do material também podem ser associados à instabilidade de cor [11, 14].

No geral, as amostras com incorporação de nanopartículas apresentaram maior estabilidade cromática, estatisticamente significativa, em relação ao grupo controle (tabelas 2 e 3) corroborando com outros estudos [14, 16, 26, 35, 44]. A literatura tem mostrado que a adição intrínseca de nanopartículas, tais como ZnO, TiO<sub>2</sub> e BaSO<sub>4</sub>, aos materiais poliméricos pode promover uma maior longevidade de próteses maxilofaciais, já que promovem uma manutenção da cor mais duradoura [14, 26, 27, 35, 44].

Essas nanopartículas são amplamente utilizadas como absorventes inorgânicos de luz ultravioleta, principalmente em loções de proteção solar [14, 33, 45, 46]. Ultravioleta é uma onda eletromagnética. Quando a luz ultravioleta age nas nanopartículas, elétrons entre as nanopartículas são forçados a vibrar. Uma vez que o tamanho das nanopartículas é menor que a onda eletromagnética ultravioleta, uma parte da luz ultravioleta é dissipada e uma parte é absorvida pelas nanopartículas simultaneamente. Baseado nesses princípios físicos, a proteção ultravioleta pode ser resultado da absorção e dissipação da mesma pelas nanopartículas [33]. Dessa forma, as

nanopartículas tendem a agir como uma barreira física refletindo a luz ultravioleta que atinge a prótese e prevenindo sua descoloração [35, 45, 47].

Diferentes tipos e proporções de nanopartículas foram utilizados nesse estudo, apresentando diferentes níveis de estabilidade cromática, sendo que nem todas protegeram a resina contra a degradação de cor (tabelas 2 e 3). Essas diferenças podem ter ocorrido devido a variações na quantidade de impurezas orgânicas misturadas às nanopartículas após os diferentes processos de manipulação durante sua fabricação. Ainda, as nanopartículas não são todas iguais e podem interagir de forma diferente com os vários tipos de polímeros existentes [26, 44].

Dentre os diferentes tipos de nanopartículas, o  $\text{TiO}_2$  tem mostrado os melhores resultados [26, 27, 35]. Em nosso estudo, essa afirmação também é verdadeira, uma vez que, comparando-se as mesmas concentrações, os grupos com adição de nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  apresentaram os menores valores de alteração de cor, com diferença estatisticamente significativa em relação às outras nanopartículas (Tabela 2).

Com o aumento da concentração de nanopartículas, os grupos com  $\text{ZnO}$  e  $\text{TiO}_2$  apresentaram diminuição dos valores de alteração de cor, estatisticamente significativa ( $P < 0,05$ ). Ainda, os grupos com  $\text{TiO}_2$  apresentaram melhor estabilidade de cor, para todas as concentrações em relação aos grupos com  $\text{ZnO}$  ( $P < 0,05$ ) (Tabela 2), semelhantemente ao estudo de Han et al 2010 [33], que avaliaram a estabilidade de cor de um silicone facial com diferentes nanopartículas, nas mesmas concentrações utilizadas no nosso estudo, e concluíram que as nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  a 2,5% demonstraram melhores resultados.

Sabe-se que, quanto menor o tamanho das nanopartículas, maior será sua proteção contra luz ultravioleta. Dessa forma, sugere-se que as nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  tenham apresentado os melhores resultados, por apresentar partículas extremamente



pequenas em relação às nanopartículas de ZnO e de BaSO<sub>4</sub>, se ligando fortemente as partículas da resina acrílica e impedindo sua degradação [33, 36, 48].

De acordo com a NBS (National Bureau of Standards), uma alteração de cor é considerada muito baixa quando  $\Delta E < 1$ . A situação é clinicamente aceitável se  $1 < \Delta E < 3$ ; e é considerada clinicamente perceptível se  $\Delta E > 3$  [49]. Nossos resultados revelaram alterações de cor a partir de 6,89, denTiOando que para todos os grupos avaliados, a alteração de cor não foi considerada adequada, sendo perceptível até mesmo a olho nu.

Desse modo, estudos futuros que pudessem testar maiores concentrações destas nanopartículas, especialmente as de TiO<sub>2</sub>, deveriam ser realizados, com o principal objetivo de melhorar a estabilidade de cor destas resinas ao longo do tempo.

### ***Microdureza e Resistência à Flexão***

Pode se verificar de forma geral que, com exceção dos grupos com adição de partículas de ZnO, os valores de microdureza aumentaram após o envelhecimento (Tabela 5). Esse aumento significativo nos valores de microdureza após o envelhecimento acelerado é provavelmente resultado da completa polimerização da resina que ocorre devido a sua submissão a diferentes tipos de energia, como a alta temperatura e a condensação da água, no interior da câmara de envelhecimento [50, 51].

De forma geral, os grupos com TiO<sub>2</sub> apresentaram os maiores valores de microdureza, estatisticamente significantes em relação às outras nanopartículas, no período após envelhecimento (Tabela 5). Esse fato pode ser explicado da mesma forma referente à alteração de cor, ou seja, as nanopartículas de TiO<sub>2</sub>, por apresentarem partículas extremamente pequenas em relação às nanopartículas de ZnO e de BaSO<sub>4</sub>, se ligam fortemente as partículas da resina acrílica, impedindo sua degradação [33, 36, 48],

Após envelhecimento, pode se verificar, de forma geral que, com exceção dos grupos controle e com adição de nanopartículas de ZnO, os valores de microdureza aumentaram, e que as nanopartículas de BaSO<sub>4</sub> nas concentrações de 2% e 2,5% , apresentaram diferenças estatisticamente significantes nos valores de microdureza, em relação ao controle (Tabela 5), o que corrobora com Xia et al, que relata que quanto maior a quantidade de nanopartícula adicionada ao material, maiores as alterações que ocorrem nas suas propriedades [52] .

A especificação número 12 da American Dental Association estabeleceu que a microdureza superficial de resinas acrílicas para base de dentadura deve ser superior ou igual a 15 Knoop [53, 54]. Visto que as próteses oculares são submetidas a menor quantidade e intensidade de impactos em comparação às bases de dentaduras, os valores de microdureza encontrados no nosso estudo são completamente satisfatórios e clinicamente aceitáveis.

Em relação à resistência à flexão, no período inicial pode se verificar diferença significativa entre o grupo controle e os grupos com nanopartículas, independente da concentração utilizada, observando-se uma redução dos valores. (Tabela 7). Isso ocorre, provavelmente, devido ao fato de as nanopartículas se incorporarem na matriz da resina, dificultando o entrelaçamento das cadeias poliméricas, causando um efeito degradante [17]. Além disso, sugere-se que, a resistência à flexão dependa mais diretamente dos tipos de nanopartículas adicionados do que as outras propriedades avaliadas neste estudo [52].

Existe uma variedade de possíveis razões para a diminuição da resistência flexural pela adição de nanopartículas: a presença de porosidade pode ter aumentado;

falhas podem ter surgido ao redor das nanopartículas ou de suas aglomerações; ou em alguns casos pode ter havido fraca ligação entre as nanopartículas e a resina [55].

Na comparação entre os períodos, houve diferença significativa para os grupos controle e  $\text{TiO}_2$ , com diminuição dos valores, sendo que a adição dessa nanopartícula resultou nos menores valores de resistência à flexão após envelhecimento (Tabela 7). A razão mais provável para redução da resistência à flexão é a própria natureza da nanopartícula.

Embora as nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  sejam muito pequenas, e isso facilite sua ligação com as partículas do polímero, mantendo as propriedades de estabilidade de cor e de microdureza da resina, elas tendem a se aglomerar facilmente, sendo muito difíceis de se dispersar em solventes orgânicos [52]. O tamanho das aglomerações pode alcançar escalas micrométricas que são prejudiciais à resistência flexural do material, uma vez que podem surgir grandes áreas de vazios ao redor das mesmas, aumentando a probabilidade de fraturas [56]. Quanto mais nanopartícula é adicionada ao material, maior a quantidade e o tamanho das aglomerações que aparecerão nos materiais [52]. Dessa forma, talvez essas nanopartículas necessitem de alguma modificação de superfície para reduzir sua aglomeração e melhorar sua dispersão na matriz da resina [52].

Ainda, acreditamos que o aumento da microdureza causado pela adição de nanopartículas possa ter causado uma diminuição da sua resistência flexural, uma vez que quanto maior a microdureza do material, maior sua resistência ao desgaste, porém mais friável ele se torna, e provavelmente mais susceptível à fratura.

De acordo com a ISO 1567, a resistência flexural de resinas acrílicas polimerizadas por micro-ondas não deve ser menor que 65 MPa. Embora os valores de

resistência à flexão tenham diminuído com a adição de nanopartículas, todos os valores de resistência à flexão encontrados nesse estudo foram satisfatórios e aceitáveis clinicamente [57, 58].

Sabendo-se da grande importância da manutenção e melhoria das propriedades de resinas acrílicas para prótese ocular, bem como da crescente utilização de nanopartículas no intuito de melhorar o desempenho dos materiais poliméricos, mais estudos são necessários a fim de se elucidar o efeito das nanopartículas nesses materiais e entender melhor por meio de quais mecanismos elas agem nas propriedades físicas e mecânicas dos mesmos.

# Conclusões

---

---

## 6. Conclusões

Considerando-se as limitações de um estudo “in vitro”, podemos concluir que:

- O envelhecimento acelerado, por meio do uso de luz UV, umidade e calor foi fator causador da degradação do polímero, alterando as propriedades avaliadas na resina acrílica N1 avaliadas.
- A incorporação de nanopartículas auxiliou na manutenção das propriedades de estabilidade de cor e microdureza, após o envelhecimento, sendo que as nanopartículas de  $\text{TiO}_2$  apresentaram os melhores resultados em todas as concentrações.
- A resistência à flexão foi relativamente prejudicada pela adição das nanopartículas, embora os resultados encontrados estejam dentro do padrão clinicamente aceitável.

# Referências

---

---

## 7. Referências

- [1] Moreno A, Goiato MC, dos Santos DM, et al.: Effect of different disinfectants on the microhardness and roughness of acrylic resins for ocular prosthesis. *Gerodontology*. 2013; **30**: 32-39.
- [2] Markt JC, Lemon JC: Extraoral maxillofacial prosthetic rehabilitation at the M. D. Anderson Cancer Center: a survey of patient attitudes and opinions. *J Prosthet Dent*. 2001; **85**: 608-613.
- [3] Trawnik WR: Care of the ocular prosthesis. *Adv Ophthalmic Plast Reconstr Surg*. 1990; **8**: 146-148.
- [4] Goiato MC, Nicolau EI, Mazaro JV, et al.: MBaSO<sub>4</sub> ility, aesthetic, implants, and satisfaction of the ocular prostheses wearers. *J Craniofac Surg*. 2010; **21**: 160-164.
- [5] Goiato MC, dos Santos DM, Haddad MF, et al.: Most frequent tumors in maxillofacial area rehabilitated through surgical reconstruction and prostheses. *J Craniofac Surg*. 2010; **21**: 396-399.
- [6] Fernandes AU, Goiato MC, dos Santos DM: Effect of weathering and thickness on the superficial microhardness of acrylic resin and ocular button. *Cont Lens Anterior Eye*. 2009; **32**: 283-287.
- [7] Fernandes AU, Portugal A, Veloso LR, et al.: Assessment of the flexural strength of two heat-curing acrylic resins for artificial eyes. *Braz Oral Res*. 2009; **23**: 263-267.
- [8] Fernandes AU, Goiato MC, Dos Santos DM: Effect of weathering and thickness on roughness of acrylic resin and ocular button. *Cont Lens Anterior Eye*. 2010; **33**: 124-127.



- [9] Goiato MC, dos Santos DM, Gennari-Filho H, et al.: Influence of investment, disinfection, and storage on the microhardness of ocular resins. *J Prosthodont*. 2009; **18**: 32-35.
- [10] Goiato MC, Santos DM, Souza JF, et al.: Chromatic stability of acrylic resins of artificial eyes submitted to accelerated aging and polishing. *J Appl Oral Sci*. 2010; **18**: 641-645.
- [11] dos Santos DM, Goiato MC, Sinhoreti MA, et al.: Color stability of polymers for facial prosthesis. *J Craniofac Surg*. 2010; **21**: 54-58.
- [12] Canadas MD, Garcia LF, Consani S, et al.: Color stability, surface roughness, and surface porosity of acrylic resins for eye sclera polymerized by different heat sources. *J Prosthodont*. 2010; **19**: 52-57.
- [13] American Dental Association: Council on Dental Materials, Instruments and Equipaments. 1984.
- [14] Filie Haddad M, Coelho Goiato M, Micheline Dos Santos D, et al.: Color stability of maxillofacial silicone with nanoparticle pigment and opacifier submitted to disinfection and artificial aging. *J Biomed Opt*. 2011; **16**: 095004.
- [15] Gary JJ, Huget EF, Powell LD: Accelerated color change in a maxillofacial elastomer with and without pigmentation. *J Prosthet Dent*. 2001; **85**: 614-620.
- [16] dos Santos DM, Goiato MC, Moreno A, et al.: Influence of pigments and opacifiers on color stability of an artificially aged facial silicone. *J Prosthodont*. 2011; **20**: 205-208.
- [17] Anusavice, KJ: *Philips science of dental materials*. 11<sup>th</sup> ed, 2003.
- [18] Anusavice K: *Philips science of dental materials*. 10<sup>th</sup> ed, Pennsylvania, 1998.

- [19] Lai CP, Tsai MH, Chen M, et al.: Morphology and properties of denture acrylic resins cured by microwave energy and conventional water bath. *Dent Mater.* 2004; **20**: 133-141.
- [20] Koziej D, Fischer F, Kranzlin N, et al.: Nonaqueous TiO<sub>2</sub> nanoparticle synthesis: a versatile basis for the fabrication of self-supporting, transparent, and UV-absorbing composite films. *ACS Appl Mater Interfaces.* 2009; **1**: 1097-1104.
- [21] Pal S, Tak YK, Song JM: Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? A study of the Gram-negative bacterium *Escherichia coli*. *Appl Environ Microbiol.* 2007; **73**: 1712-1720.
- [22] Acosta-Torres LS, Mendieta I, Nunez-Anita RE, et al.: Cytocompatible antifungal acrylic resin containing silver nanoparticles for dentures. *Int J Nanomedicine.* 2012; **7**: 4777-4786.
- [23] Casemiro LA, Gomes Martins CH, Pires-de-Souza Fde C, et al.: Antimicrobial and mechanical properties of acrylic resins with incorporated silver-zinc zeolite - part I. *Gerodontology.* 2008; **25**: 187-194.
- [24] Kim KJ, Sung WS, Suh BK, et al.: Antifungal activity and mode of action of silver nano-particles on *Candida albicans*. *Biometals.* 2009; **22**: 235-242.
- [25] Panacek A, Kolar M, Vecerova R, et al.: Antifungal activity of silver nanoparticles against *Candida* spp. *Biomaterials.* 2009; **30**: 6333-6340.
- [26] Kiat-amnuay S, Beerbower M, Powers JM, et al.: Influence of pigments and opacifiers on color stability of silicone maxillofacial elastomer. *J Dent.* 2009; **37 Suppl 1**: e45-50.
- [27] Kiat-Amnuay S, Mekayarajjananonth T, Powers JM, et al.: 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.

- [28] Beasley DG, Meyer TA: Characterization of the UVA protection provided by avBaSO<sub>4</sub>enzone, zinc oxide, and titanium dioxide in broad-spectrum sunscreen products. *Am J Clin Dermatol*. 2010; **11**: 413-421.
- [29] Newman MD, StTiOland M, Ellis JI: The safety of nanosized particles in titanium dioxide- and zinc oxide-based sunscreens. *J Am Acad Dermatol*. 2009; **61**: 685-692.
- [30] Comissin Internationale de l'Eclairag: Colorimetry., 2004.
- [31] E384 ASTM: 11E1 (Standard Test Method for Knoop and Vickers Hardness of Materials1). 2012.
- [32] American Society for Testing Materials Norma 53.
- [33] Han Y, Zhao Y, Xie C, et al.: Color stability of pigmented maxillofacial silicone elastomer: effects of nano-oxides as opacifiers. *J Dent*. 2010; **38 Suppl 2**: e100-105.
- [34] Jin C, Nikawa H, Makihira S, et al.: Changes in surface roughness and colour stability of soft denture lining materials caused by denture cleansers. *J Oral Rehabil*. 2003; **30**: 125-130.
- [35] Goiato MC, Haddad MF, Pesqueira AA, et al.: Effect of chemical disinfection and accelerated aging on color stability of maxillofacial silicone with opacifiers. *J Prosthodont*. 2011; **20**: 566-569.
- [36] Mancuso DN, Goiato MC, Santos DM: Color stability after accelerated aging of two silicones, pigmented or nTiO<sub>2</sub>, for use in facial prostheses. *Braz Oral Res*. 2009; **23**: 144-148.
- [37] Mancuso DN, Goiato MC, Dekon SF, et al.: Visual evaluation of color stability after accelerated aging of pigmented and nonpigmented silicones to be used in facial prostheses. *Indian J Dent Res*. 2009; **20**: 77-80.

- [38] Beatty MW, Mahanna GK, Dick K, et al.: Color changes in dry-pigmented maxillofacial elastomer resulting from ultraviolet light exposure. *J Prosthet Dent.* 1995; **74**: 493-498.
- [39] Tipton DA, Lewis JW: Effects of a hindered amine light stabilizer and a UV light absorber used in maxillofacial elastomers on human gingival epithelial cells and fibroblasts. *J Prosthet Dent.* 2008; **100**: 220-231.
- [40] Joiner A: Tooth colour: a review of the literature. *J Dent.* 2004; **32 Suppl 1**: 3-12.
- [41] Villalta P, Lu H, Okte Z, et al.: Effects of staining and bleaching on color change of dental composite resins. *J Prosthet Dent.* 2006; **95**: 137-142.
- [42] Iazzetti G, Burgess JO, Gardiner D, et al.: Color stability of fluoride-containing restorative materials. *Oper Dent.* 2000; **25**: 520-525.
- [43] Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, et al.: Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent.* 2000; **12**: 258-263.
- [44] Kiat-Amnuay S, Lemon JC, Powers JM: Effect of opacifiers on color stability of pigmented maxillofacial silicone A-2186 subjected to artificial aging. *J Prosthodont.* 2002; **11**: 109-116.
- [45] Pinnell SR, Fairhurst D, Gillies R, et al.: Microfine zinc oxide is a superior sunscreen ingredient to microfine titanium dioxide. *Dermatol Surg.* 2000; **26**: 309-314.
- [46] Tran NH, Scarbecz M, Gary JJ: In vitro evaluation of color change in maxillofacial elastomer through the use of an ultraviolet light absorber and a hindered amine light stabilizer. *J Prosthet Dent.* 2004; **91**: 483-490.
- [47] Gasparro FP, Mitchnick M, Nash JF: A review of sunscreen safety and efficacy. *Photochem Photobiol.* 1998; **68**: 243-256.

- [48] Goiato MC, Pesqueira AA, Santos DM, et al.: Evaluation of hardness and surface roughness of two maxillofacial silicones following disinfection. *Braz Oral Res.* 2009; **23**: 49-53.
- [49] Goiato MC, Zuccolotti BC, Moreno A, et al.: Colour change of soft denture liners after storage in coffee and coke. *Gerodontology.* 2011; **28**: 140-145.
- [50] Rattacaso RM, da Fonseca Roberti Garcia L, Aguilar FG, et al.: Bleaching agent action on color stability, surface roughness and microhardness of composites submitted to accelerated artificial aging. *Eur J Dent.* 2011; **5**: 143-149.
- [51] Goiato MC, Santos DM, Haddad MF, et al.: Effect of accelerated aging on the microhardness and color stability of flexible resins for dentures. *Braz Oral Res.* 2010; **24**: 114-119.
- [52] Xia Y, Zhang F, Xie H, et al.: Nanoparticle-reinforced resin-based dental composites. *J Dent.* 2008; **36**: 450-455.
- [53] ANSI/ADA Specification n. 12 Denture Base Resins, 2002, Revised American National Standards/American Dental Association Specification n. 12 for Denture Base Resins (R2007) (New York: American National Standards Institute). Available online at: <http://www.ada.org/830.aspx>. Accessed.
- [54] Goiato MC, Dos Santos DM, Baptista GT, et al.: Effect of thermal cycling and disinfection on microhardness of acrylic resin denture base. *J Med Eng Technol.* 2013; **37**: 203-207.
- [55] Mansour MM, Wagner WC, Chu TM: Effect of mica reinforcement on the flexural strength and microhardness of polymethyl methacrylate denture resin. *J Prosthodont.* 2013; **22**: 179-183.
- [56] Vallo CI: Flexural strength distribution of a PMMA-based bone cement. *J Biomed Mater Res.* 2002; **63**: 226-236.

[57] International Standards Organization. ISO 1567:1999. Dentistry – denture base polymers. Available at: <http://www.iso.ch/iso/en/prods-ser-vices/ISOstore/store.html>.

[58] Goiato MC, dos Santos DM, Moreno A, et al.: Effect of disinfection and storage on the flexural strength of ocular prosthetic acrylic resins. *Gerodontology*. 2012; **29**: e838-844.

-----

\*As referências estão de acordo com as normas do periódico *Polymer Degradation and Stability*

# Anexos



ANEXO 1: Normas para publicação do periódico *Polymer Degradation and Stability*

## POLYMER DEGRADATION AND STABILITY

### AUTHOR INFORMATION PACK

#### TABLE OF CONTENTS

• <b>Description</b>	<b>p.1</b>
• <b>Audience</b>	<b>p.1</b>
• <b>Impact Factor</b>	<b>p.2</b>
• <b>Abstracting and Indexing</b>	<b>p.2</b>
• <b>Editorial Board</b>	<b>p.2</b>
• <b>Guide for Authors</b>	<b>p.3</b>



ISSN: 0141-3910

#### DESCRIPTION

*Polymer Degradation and Stability* deals with the degradation reactions and their control which are a major preoccupation of practitioners of the many and diverse aspects of modern polymer technology.

Deteriorative reactions occur during processing, when polymers are subjected to heat, oxygen and mechanical stress, and during the useful life of the materials when oxygen and sunlight are the most important degradative agencies. In more specialised applications, degradation may be induced by high energy radiation, ozone, atmospheric pollutants, mechanical stress, biological action, hydrolysis and many other influences. The mechanisms of these reactions and stabilisation processes must be understood if the technology and application of polymers are to continue to advance. The reporting of investigations of this kind is therefore a major function of this journal.

However there are also new developments in polymer technology in which degradation processes find positive applications. For example, photodegradable plastics are now available, the recycling of polymeric products will become increasingly important, degradation and combustion studies are involved in the definition of the fire hazards which are associated with polymeric materials and the microelectronics industry is vitally dependent upon polymer degradation in the manufacture of its circuitry. Polymer properties may also be improved by processes like curing and grafting, the chemistry of which can be closely related to that which causes physical deterioration in other circumstances.

Radiation of various kinds is used to initiate many of these modern technological processes so that polymer photochemistry has come to a new prominence and finds a major place in this journal.

The study of all these processes has made extensive use of modern instrumental analytical methods and the various spectrometric, chromatographic and thermal analysis techniques have been particularly prominent.

There is clearly a strong common bond between investigations in various parts of the field. *Polymer Degradation and Stability* provides a forum for the publication of their work.

[backfiles\\_banner.gif](#)

#### AUDIENCE

Polymer Scientists and Technologists.



## IMPACT FACTOR

---

2011: 2.769 © Thomson Reuters Journal Citation Reports 2012

## ABSTRACTING AND INDEXING

---

Chemical Abstracts  
 Current Contents  
 EMBASE  
 Engineering Index  
 FIZ Karlsruhe  
 Metals Abstracts  
 Polymer Contents  
 SCISEARCH  
 Science Citation Index  
 Scopus

## EDITORIAL BOARD

---

### *Editor-in-Chief*

**N.C. Billingham**, The School of Chemistry and Molecular Sciences, University of Sussex, Chichester Building, Falmer, Brighton, BN1 9QJ, UK, **Email:** [N.Billingham@sussex.ac.uk](mailto:N.Billingham@sussex.ac.uk)

### *Editor-in-Chief and Editor for General Degradation*

**J.-L. Gardette**, Université Blaise Pascal, Aubière, France, **Email:** [Luc.gardette@univ-bpclermont.fr](mailto:Luc.gardette@univ-bpclermont.fr)

### *Editor for General Degradation*

**G.A. George**, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD, Australia, **Email:** [g.george@qut.edu.au](mailto:g.george@qut.edu.au)

### *Editor for Biodegradable and Bio-based Polymers*

**T. Iwata**, University of Tokyo, Bunkyo-Ku, Japan, **Email:** [atiwata@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp](mailto:atiwata@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

### *Editor for Fire Retardants and Nanocomposites*

**B. Schartel**, Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung (BAM), Berlin, Germany, **Email:** [bernhard.schartel@bam.de](mailto:bernhard.schartel@bam.de)

### *Editor Emeritus*

**N. Grassie**, Torrance, UK

### *Editorial Board*

**H. Abe**, RIKEN Japan, Wako, Japan  
**S. Al-Malaika**, Aston University, Birmingham, UK  
**A.C. Albertsson**, KTH Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden  
**N.S. Allen**, Manchester Metropolitan University, Manchester, UK  
**G. Camino**, Politecnico di Torino, Alessandria, Italy  
**M. Celina**, Sandia National Laboratories, Albuquerque, NM, USA  
**E. Chiellini**, Università di Pisa, Pisa, Italy  
**Y. Doi**, Inst of Physical & Chem Res, Wako-Shi, Japan  
**G.A. George**, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD, Australia  
**P. Gijsman**, DSM, Geleen, Netherlands  
**S.S. Im**, Hanyang University, Seoul, South Korea  
**F.P. La Mantia**, Università degli Studi di Palermo, Palermo, Italy  
**H. Nishida**, Kyushu Institute of Technology, Kitakyushu, Japan  
**J. Pickett**, General Electric Corporation, Niskayuna, NY, USA  
**J. Scheirs**, ExcelPlas Australia, Edithvale, VIC, Australia  
**G. Scott**, Richmond, UK  
**W.H. Starnes**, College of William and Mary, Williamsburg, VA, USA  
**J. Wang**, Beijing Institute of Technology, Beijing, China  
**C. A. Wilkie**, Marquette University, Milwaukee, WI, USA

## GUIDE FOR AUTHORS

---

### INTRODUCTION

*Polymer Degradation and Stability* deals with the degradation reactions and their control which are a major preoccupation of practitioners of the many and diverse aspects of modern polymer technology.

Deteriorative reactions occur during processing, when polymers are subjected to heat, oxygen and mechanical stress, and during the useful life of the materials when oxygen and sunlight are the most important degradative agencies. In more specialised applications, degradation may be induced by high energy radiation, ozone, atmospheric pollutants, mechanical stress, biological action, hydrolysis and many other influences. The mechanisms of these reactions and stabilisation processes must be understood if the technology and application of polymers are to continue to advance. The reporting of investigations of this kind is therefore a major function of this journal.

However there are also new developments in polymer technology in which degradation processes find positive applications. For example, photodegradable plastics are now available, the recycling of polymeric products will become increasingly important, degradation and combustion studies are involved in the definition of the fire hazards which are associated with polymeric materials and the microelectronics industry is vitally dependent upon polymer degradation in the manufacture of its circuitry. Polymer properties may also be improved by processes like curing and grafting, the chemistry of which can be closely related to that which causes physical deterioration in other circumstances.

Radiation of various kinds is used to initiate many of these modern technological processes so that polymer photochemistry has come to a new prominence and finds a major place in this journal.

The study of all these processes has made extensive use of modern instrumental analytical methods and the various spectrometric, chromatographic and thermal analysis techniques have been particularly prominent.

There is clearly a strong common bond between investigations in various parts of the field. *Polymer Degradation and Stability* provides a forum for the publication of their work.

#### *Types of paper*

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

Papers essentially of an advertising nature will not be accepted.

### BEFORE YOU BEGIN

#### **Ethics in publishing**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/ethicalguidelines>.

#### **Conflict of interest**

All authors are requested to disclose any actual or potential conflict of interest including any financial, personal or other relationships with other people or organizations within three years of beginning the submitted work that could inappropriately influence, or be perceived to influence, their work. See also <http://www.elsevier.com/conflictsofinterest>.

#### **Submission declaration**

Submission of an article implies that the work described has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere including electronically in the same form, in English or in any other language, without the written consent of the copyright-holder.

#### **Changes to authorship**

This policy concerns the addition, deletion, or rearrangement of author names in the authorship of accepted manuscripts:

*Before the accepted manuscript is published in an online issue:* Requests to add or remove an author, or to rearrange the author names, must be sent to the Journal Manager from the corresponding author of the accepted manuscript and must include: (a) the reason the name should be added or removed, or the author names rearranged and (b) written confirmation (e-mail, fax, letter) from all authors that they agree with the addition, removal or rearrangement. In the case of addition or removal of authors, this includes confirmation from the author being added or removed. Requests that are not sent by the corresponding author will be forwarded by the Journal Manager to the corresponding author, who must follow the procedure as described above. Note that: (1) Journal Managers will inform the Journal Editors of any such requests and (2) publication of the accepted manuscript in an online issue is suspended until authorship has been agreed.

*After the accepted manuscript is published in an online issue:* Any requests to add, delete, or rearrange author names in an article published in an online issue will follow the same policies as noted above and result in a corrigendum.

### **Copyright**

Upon acceptance of an article, authors will be asked to complete a 'Journal Publishing Agreement' (for more information on this and copyright see <http://www.elsevier.com/copyright>). Acceptance of the agreement will ensure the widest possible dissemination of information. An e-mail will be sent to the corresponding author confirming receipt of the manuscript together with a 'Journal Publishing Agreement' form or a link to the online version of this agreement.

Subscribers may reproduce tables of contents or prepare lists of articles including abstracts for internal circulation within their institutions. Permission of the Publisher is required for resale or distribution outside the institution and for all other derivative works, including compilations and translations (please consult <http://www.elsevier.com/permissions>). If excerpts from other copyrighted works are included, the author(s) must obtain written permission from the copyright owners and credit the source(s) in the article. Elsevier has preprinted forms for use by authors in these cases: please consult <http://www.elsevier.com/permissions>.

### **Retained author rights**

As an author you (or your employer or institution) retain certain rights; for details you are referred to: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

### **Role of the funding source**

You are requested to identify who provided financial support for the conduct of the research and/or preparation of the article and to briefly describe the role of the sponsor(s), if any, in study design; in the collection, analysis and interpretation of data; in the writing of the report; and in the decision to submit the article for publication. If the funding source(s) had no such involvement then this should be stated. Please see <http://www.elsevier.com/funding>.

### **Funding body agreements and policies**

Elsevier has established agreements and developed policies to allow authors whose articles appear in journals published by Elsevier, to comply with potential manuscript archiving requirements as specified as conditions of their grant awards. To learn more about existing agreements and policies please visit <http://www.elsevier.com/fundingbodies>.

### **Open access**

This journal offers you the option of making your article freely available to all via the ScienceDirect platform. To prevent any conflict of interest, you can only make this choice after receiving notification that your article has been accepted for publication. The fee of \$3,000 excludes taxes and other potential author fees such as color charges. In some cases, institutions and funding bodies have entered into agreement with Elsevier to meet these fees on behalf of their authors. Details of these agreements are available at <http://www.elsevier.com/fundingbodies>. Authors of accepted articles, who wish to take advantage of this option, should complete and submit the order form (available at <http://www.elsevier.com/locate/openaccessform.pdf>). Whatever access option you choose, you retain many rights as an author, including the right to post a revised personal version of your article on your own website. More information can be found here: <http://www.elsevier.com/authorsrights>.

### **Language and language services**

Please write your text in good English (American or British usage is accepted, but not a mixture of these). Authors who require information about language editing and copyediting services pre- and post-submission please visit <http://webshop.elsevier.com/languageservices> or our customer support site at <http://support.elsevier.com> for more information.

### Submission

Submission to this journal proceeds totally online and you will be guided stepwise through the creation and uploading of your files. The system automatically converts source files to a single PDF file of the article, which is used in the peer-review process. Please note that even though manuscript source files are converted to PDF files at submission for the review process, these source files are needed for further processing after acceptance. All correspondence, including notification of the Editor's decision and requests for revision, takes place by e-mail removing the need for a paper trail.

#### *Submit your article*

Please submit your article via <http://ees.elsevier.com/pdst/>

### Referees

Please submit, with the manuscript, the names, addresses and e-mail addresses of three potential referees. Note that the editor retains the sole right to decide whether or not the suggested reviewers are used.

## PREPARATION

#### *General*

Manuscripts must be typewritten, double-spaced with wide margins. A font size of 12 or 10 pt is required.

#### *Use of wordprocessing software*

It is important that the file be saved in the native format of the wordprocessor used. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the wordprocessor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your wordprocessor.

#### *LaTeX*

If the LaTeX file is suitable, proofs will be produced without rekeying the text. The article should preferably be written using Elsevier's document class 'elsarticle', or alternatively any of the other recognized classes and formats supported in Elsevier's electronic submissions system, for further information see <http://www.elsevier.com/wps/find/authorsview.authors/latex-ees-supported>.

The Elsevier 'elsarticle' LaTeX style file package (including detailed instructions for LaTeX preparation) can be obtained from the Quickguide: <http://www.elsevier.com/latex>. It consists of the file: elsarticle.cls, complete user documentation for the class file, bibliographic style files in various styles, and template files for a quick start.

#### *Article structure*

Follow this order when typing manuscripts: Title, Authors, Affiliations, Abstract, Keywords, Main text, Acknowledgements, Appendix, References, Figure Captions and then Tables.

#### *Subdivision - numbered sections*

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

#### *Introduction*

State the objectives of the work and provide an adequate background, avoiding a detailed literature survey or a summary of the results.

#### *Material and methods*

Provide sufficient detail to allow the work to be reproduced. Methods already published should be indicated by a reference: only relevant modifications should be described.

#### *Theory/calculation*

A Theory section should extend, not repeat, the background to the article already dealt with in the Introduction and lay the foundation for further work. In contrast, a Calculation section represents a practical development from a theoretical basis.

#### *Results*

Results should be clear and concise.

#### *Discussion*

This should explore the significance of the results of the work, not repeat them. A combined Results and Discussion section is often appropriate. Avoid extensive citations and discussion of published literature.

#### *Conclusions*

The main conclusions of the study may be presented in a short Conclusions section, which may stand alone or form a subsection of a Discussion or Results and Discussion section.

#### *Appendices*

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

#### *Essential title page information*

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible. Where the title exceeds 70 characters, a suggestion for an abbreviated running title should be given.
- **Author names and affiliations.** Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name, and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. **Ensure that telephone and fax numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address.**
- **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a "Present address" (or "Permanent address") may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

#### **Abstract**

A concise and factual abstract is required. The abstract should state briefly the purpose of the research, the principal results and major conclusions. An abstract is often presented separately from the article, so it must be able to stand alone. For this reason, References should be avoided, but if essential, then cite the author(s) and year(s). Also, non-standard or uncommon abbreviations should be avoided, but if essential they must be defined at their first mention in the abstract itself.

#### **Keywords**

Immediately after the abstract, provide a maximum of 6 keywords, using American spelling and avoiding general and plural terms and multiple concepts (avoid, for example, 'and', 'of'). Be sparing with abbreviations: only abbreviations firmly established in the field may be eligible. These keywords will be used for indexing purposes.

#### **Abbreviations**

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

#### **Acknowledgements**

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

### Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

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<sup>9</sup> in America, 10<sup>12</sup> 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.

### Math formulae

Present simple formulae in the line of normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

### Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article, using superscript Arabic numbers. Many wordprocessors build footnotes into the text, and this feature may be used. Should this not be the case, indicate the position of footnotes in the text and present the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

#### Table footnotes

Indicate each footnote in a table with a superscript lowercase letter.

### Artwork

#### Electronic artwork

##### General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Save text in illustrations as 'graphics' or enclose the font.
- Only use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times, Symbol.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Produce images near to the desired size of the printed version.
- Submit each figure as a separate file.

A detailed guide on electronic artwork is available on our website:

<http://www.elsevier.com/artworkinstructions>

**You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.**

#### Formats

Regardless of the application used, when your electronic artwork is finalised, please 'save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS: Vector drawings. Embed the font or save the text as 'graphics'.

TIFF: Color or grayscale photographs (halftones): always use a minimum of 300 dpi.

TIFF: Bitmapped line drawings: use a minimum of 1000 dpi.

TIFF: Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale): a minimum of 500 dpi is required.

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is'.

#### Please do not:

- Supply files that are optimised for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); the resolution is too low;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

#### *Color artwork*

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF, EPS or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color on the Web (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or on the Web only. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Please note: Because of technical complications which can arise by converting color figures to 'gray scale' (for the printed version should you not opt for color in print) please submit in addition usable black and white versions of all the color illustrations.

#### *Figure captions*

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (**not** on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

#### **Tables**

Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text. Place footnotes to tables below the table body and indicate them with superscript lowercase letters. Avoid vertical rules. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in tables do not duplicate results described elsewhere in the article.

#### **References**

##### *Citation in text*

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

##### *Web references*

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

##### *References in a special issue*

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

##### *Reference management software*

This journal has standard templates available in key reference management packages EndNote (<http://www.endnote.com/support/enstyles.asp>) and Reference Manager (<http://refman.com/support/rmstyles.asp>). Using plug-ins to wordprocessing packages, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article and the list of references and citations to these will be formatted according to the journal style which is described below.

##### *Reference style*

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.

#### *Journal abbreviations source*

Journal names should be abbreviated according to

Index Medicus journal abbreviations: <http://www.nlm.nih.gov/tsd/serials/lji.html>;

List of title word abbreviations: <http://www.issn.org/2-22661-LTWA-online.php>;

CAS (Chemical Abstracts Service): <http://www.cas.org/sent.html>.

#### **Video data**

Elsevier accepts video material and animation sequences to support and enhance your scientific research. Authors who have video or animation files that they wish to submit with their article are strongly encouraged to include these within the body of the article. This can be done in the same way as a figure or table by referring to the video or animation content and noting in the body text where it should be placed. All submitted files should be properly labeled so that they directly relate to the video file's content. In order to ensure that your video or animation material is directly usable, please provide the files in one of our recommended file formats with a preferred maximum size of 50 MB. Video and animation files supplied will be published online in the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. Please supply 'stills' with your files: you can choose any frame from the video or animation or make a separate image. These will be used instead of standard icons and will personalize the link to your video data. For more detailed instructions please visit our video instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>. Note: since video and animation cannot be embedded in the print version of the journal, please provide text for both the electronic and the print version for the portions of the article that refer to this content.

#### **Supplementary data**

Elsevier accepts electronic supplementary material to support and enhance your scientific research. Supplementary files offer the author additional possibilities to publish supporting applications, high-resolution images, background datasets, sound clips and more. Supplementary files supplied will be published online alongside the electronic version of your article in Elsevier Web products, including ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>. In order to ensure that your submitted material is directly usable, please provide the data in one of our recommended file formats. Authors should submit the material in electronic format together with the article and supply a concise and descriptive caption for each file. For more detailed instructions please visit our artwork instruction pages at <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

#### **Submission checklist**

The following list will be useful during the final checking of an article prior to sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item.

##### **Ensure that the following items are present:**

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

- E-mail address
- Full postal address
- Telephone and fax numbers

All necessary files have been uploaded, and contain:

- Keywords
- All figure captions
- All tables (including title, description, footnotes)

Further considerations

- Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'
- References are in the correct format for this journal
- All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa
- Permission has been obtained for use of copyrighted material from other sources (including the Web)
- Color figures are clearly marked as being intended for color reproduction on the Web (free of charge) and in print, or to be reproduced in color on the Web (free of charge) and in black-and-white in print
- If only color on the Web is required, black-and-white versions of the figures are also supplied for printing purposes

For any further information please visit our customer support site at <http://support.elsevier.com>.

#### **AFTER ACCEPTANCE**



### Use of the Digital Object Identifier

The Digital Object Identifier (DOI) may be used to cite and link to electronic documents. The DOI consists of a unique alpha-numeric character string which is assigned to a document by the publisher upon the initial electronic publication. The assigned DOI never changes. Therefore, it is an ideal medium for citing a document, particularly 'Articles in press' because they have not yet received their full bibliographic information. Example of a correctly given DOI (in URL format; here an article in the journal *Physics Letters B*):

<http://dx.doi.org/10.1016/j.physletb.2010.09.059>

When you use a DOI to create links to documents on the web, the DOIs are guaranteed never to change.

### Proofs

One set of page proofs (as PDF files) will be sent by e-mail to the corresponding author (if we do not have an e-mail address then paper proofs will be sent by post) or, a link will be provided in the e-mail so that authors can download the files themselves. Elsevier now provides authors with PDF proofs which can be annotated; for this you will need to download Adobe Reader version 7 (or higher) available free from <http://get.adobe.com/reader>. Instructions on how to annotate PDF files will accompany the proofs (also given online). The exact system requirements are given at the Adobe site: <http://www.adobe.com/products/reader/tech-specs.html>.

If you do not wish to use the PDF annotations function, you may list the corrections (including replies to the Query Form) and return them to Elsevier in an e-mail. Please list your corrections quoting line number. If, for any reason, this is not possible, then mark the corrections and any other comments (including replies to the Query Form) on a printout of your proof and return by fax, or scan the pages and e-mail, or by post. Please use this proof only for checking the typesetting, editing, completeness and correctness of the text, tables and figures. Significant changes to the article as accepted for publication will only be considered at this stage with permission from the Editor. We will do everything possible to get your article published quickly and accurately – please let us have all your corrections within 48 hours. It is important to ensure that all corrections are sent back to us in one communication: please check carefully before replying, as inclusion of any subsequent corrections cannot be guaranteed. Proofreading is solely your responsibility. Note that Elsevier may proceed with the publication of your article if no response is received.

### Offprints

The corresponding author, at no cost, will be provided with a PDF file of the article via e-mail. For an extra charge, paper offprints can be ordered via the offprint order form which is sent once the article is accepted for publication. 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.

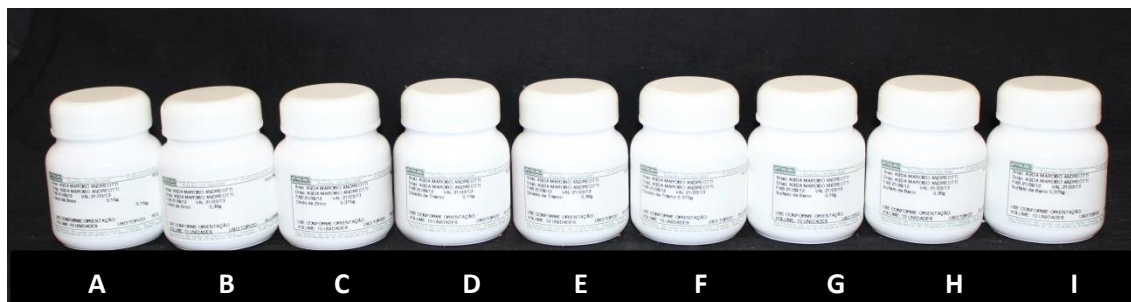
### AUTHOR INQUIRIES

For inquiries relating to the submission of articles (including electronic submission) please visit this journal's homepage. Contact details for questions arising after acceptance of an article, especially those relating to proofs, will be provided by the publisher. You can track accepted articles at <http://www.elsevier.com/trackarticle>. You can also check our Author FAQs (<http://www.elsevier.com/authorFAQ>) and/or contact Customer Support via <http://support.elsevier.com>.

© Copyright 2012 Elsevier | <http://www.elsevier.com>

## ANEXO 2: Ilustrações da fase laboratorial da metodologia

### MATERIAIS



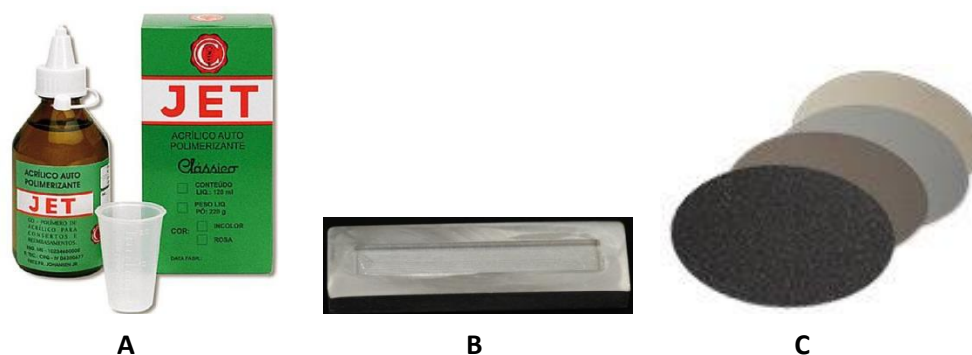
**Figura 3:** A) Nanopartículas de ZnO 1%; B) Nanopartículas de ZnO 2%; C) Nanopartículas de ZnO 2,5%; D) nanopartículas de TiO<sub>2</sub> 1%; E) nanopartículas de TiO<sub>2</sub> 2%; F) nanopartículas de TiO<sub>2</sub> 2,5%; G) nanopartículas de BaSO<sub>4</sub> 1%; H) nanopartículas de BaSO<sub>4</sub> 2%; I) nanopartículas de BaSO<sub>4</sub> 2,5%, confeccionadas pela farmácia de manipulação ApTiOhicário, Araçatuba, São Paulo, Brasil



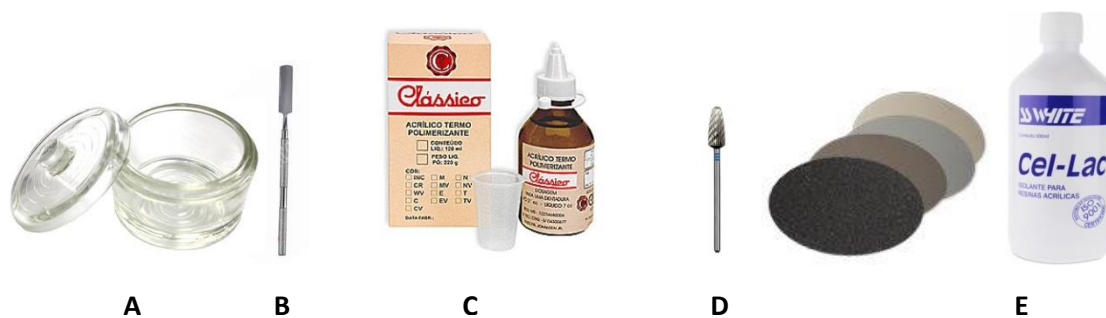
**Figura 4:** Materiais utilizados na confecção dos discos de silicone para confecção do molde das amostras de resina acrílica para os testes de cor e microdureza. A) Matriz metálica com dimensões de 30mm x 3mm , contendo 10 orifícios circulares. B) Kit de silicone de condensação de uso laboratorial (colher de medida, Indurent Gel e Zetalabor. C) Lâmina de bisturi nº 15. D) Super Bonder para colagem dos discos na base de gesso.



**Figura 5:** Materiais utilizados para vazamento do gesso no interior da mufla. A) Mufla para micro-ondas. B) Pincel. C) Vaselina Sólida. D) Gesso especial Durone tipo IV. E) Grau e espátula para gesso.

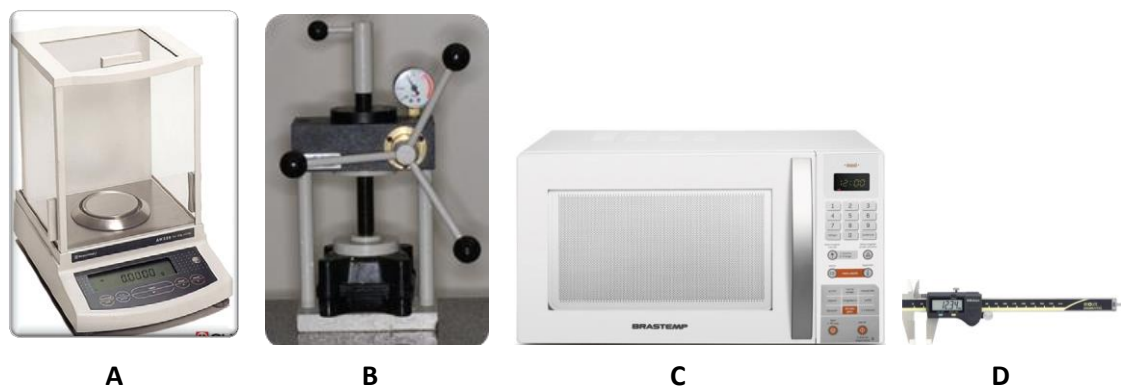


**Figura 6:** Materiais utilizados para confecção das barras de resina acrílica incolor. A) Matriz metálica. B) Resina Acrílica incolor. C) Lixas para acabamento.



**Figura 7:** Materiais utilizados na confecção das amostras de resina acrílica N1: A) Pote com tampa para resina acrílica. B) Espátula nº 36. C) Resina acrílica termopolimerizável Clássico N1. D) Maxicut e lixas abrasivas para acabamento. E) Isolante Cel Lac para inclusão da resina acrílica na mufla.

## - EQUIPAMENTOS



**Figura 8:** A) Balança digital de precisão utilizada para pesar as nanopartículas. B) Prensa hidráulica usada para prensagem da resina acrílica. C) micro-ondas. D) Paquímetro digital.



**Figura 9:** Politriz semi automática Ecomet 250 Pro/Automet 250 Buehler.

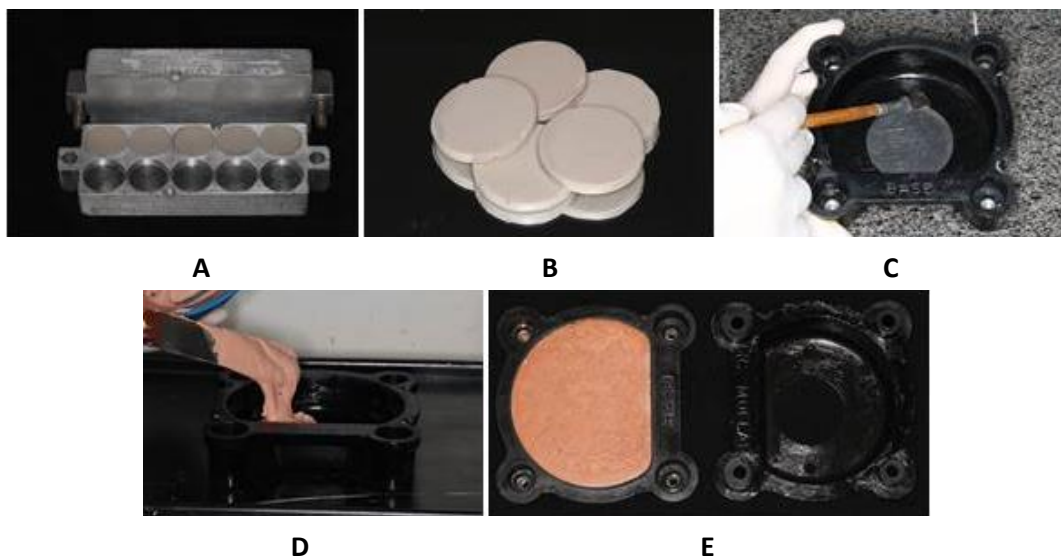
**A****B**

**Figura 10:** A) Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta UV-2450 para realização do teste de estabilidade de cor. B) Microdurômetro modelo HMV-2T para teste de microdureza.

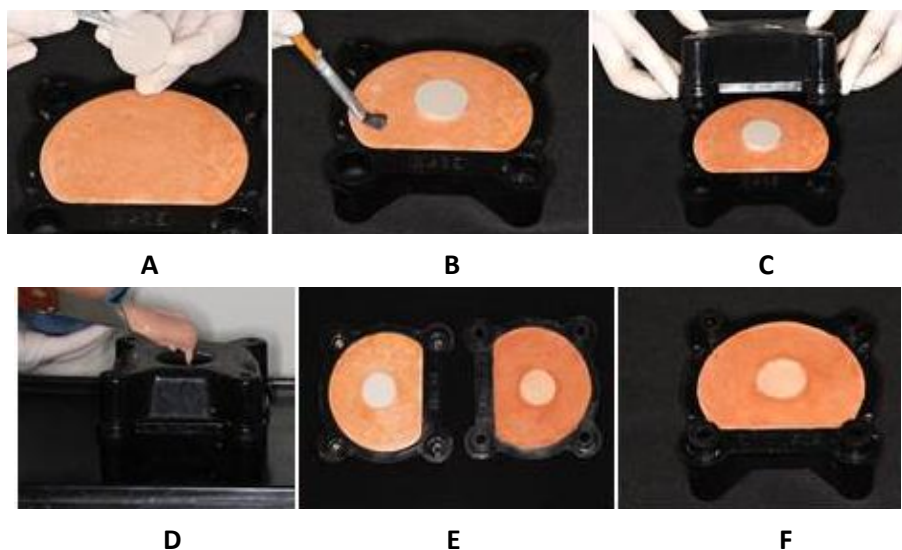
**A****B**

**Figura 11:** A) Máquina de Ensaio Universal EMIC utilizada para o teste de resistência à flexão. B) Câmara de Envelhecimento Acelerado.

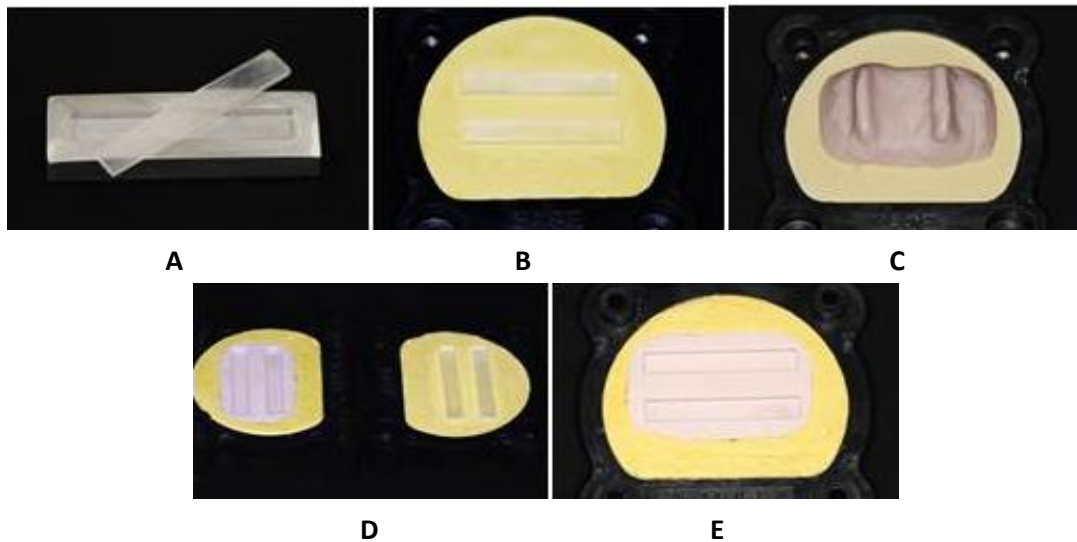
- ETAPAS LABORATORIAIS:



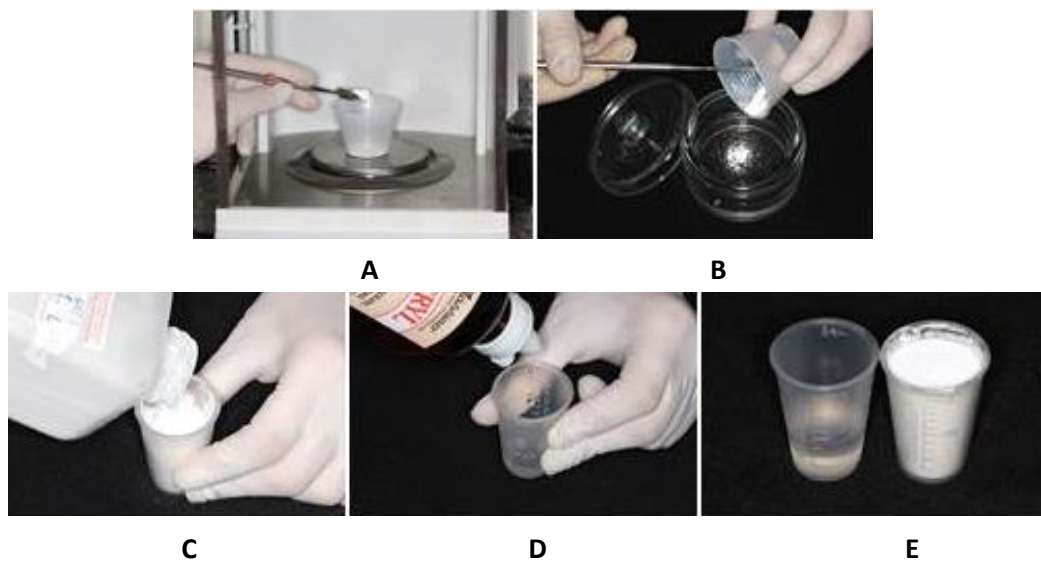
**Figura 12:** A e B) Discos de silicone confeccionados em matriz metálica. C) Isolamento da parte interna da mufla com vaselina sólida. D) Vazamento do gesso especial para confecção da base de gesso na mufla. E) Base de gesso finalizada.



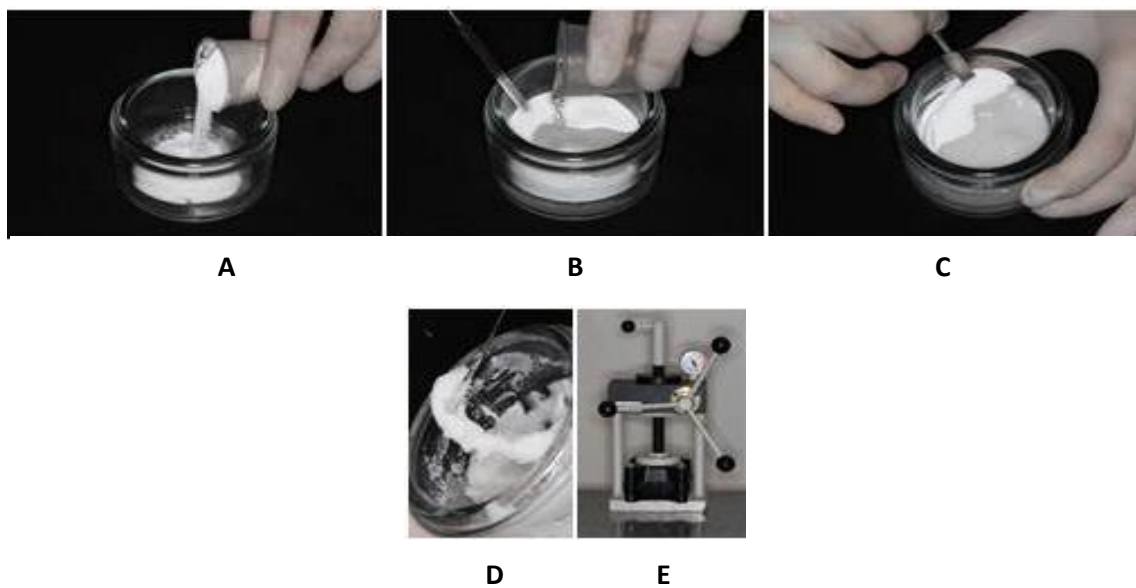
**Figura 13:** Confeção do molde circular. A) Colagem do disco de silicone. B) Isolamento do gesso com vaselina sólida. C) Posicionamento da contra-mufla. D) Vazamento do gesso para confecção do molde circular. E e F) Molde circular finalizado.



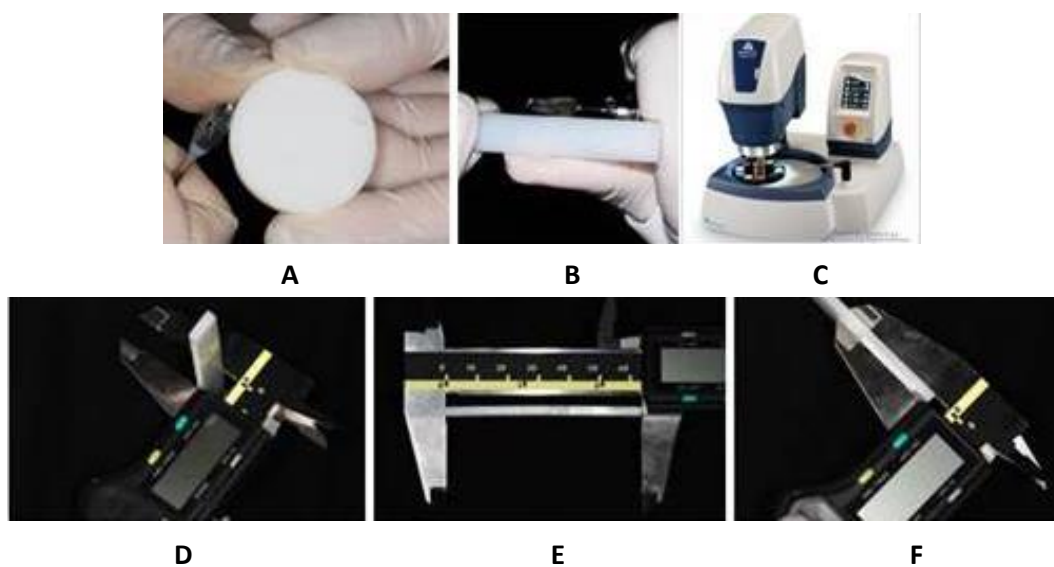
**Figura 14:** Confeção do molde retangular. A) Barra de resina incolor. B) Colagem das barras na base de gesso. C) Recobrimento das barras com silicone laboratorial. D e E) Molde finalizado.



**Figura 15:** A) Pesagem das nanopartículas em balança de precisão digital. B) Nanopartículas sendo vertidas no pote de vidro para resina. C,D e E) Polímero e monômero da resina acrílica Clássico N1 devidamente proporcionados.

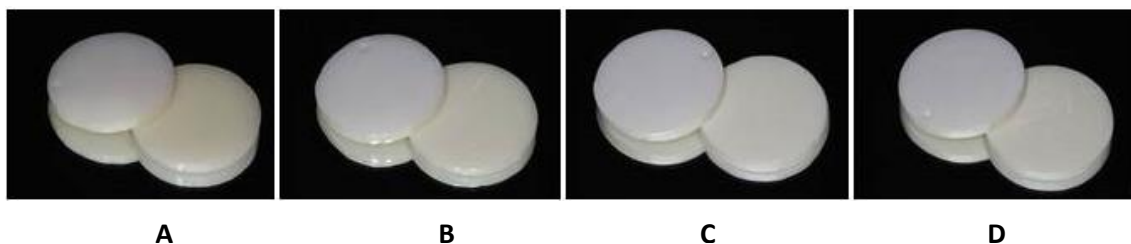


**Figura 16:** A, B, C e D) Manipulação da resina acrílica N1 juntamente com as nanopartículas. E) Prensagem da mufla após inserção da resina acrílica no molde.



**Figura 17:** A e B) Acabamento das amostras com maxicut. C) Acabamento realizado na politriz. D, E e F) Dimensões das amostras aferidas com paquímetro digital

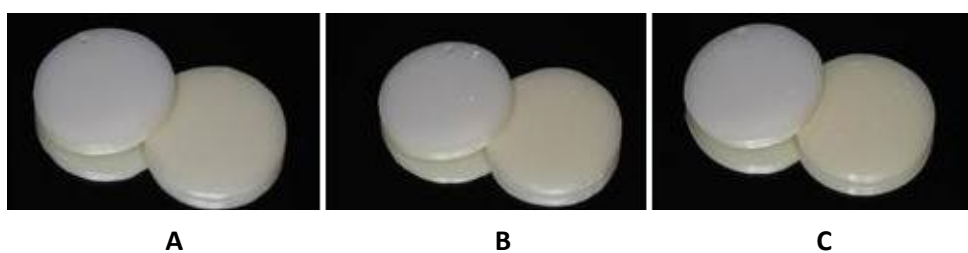




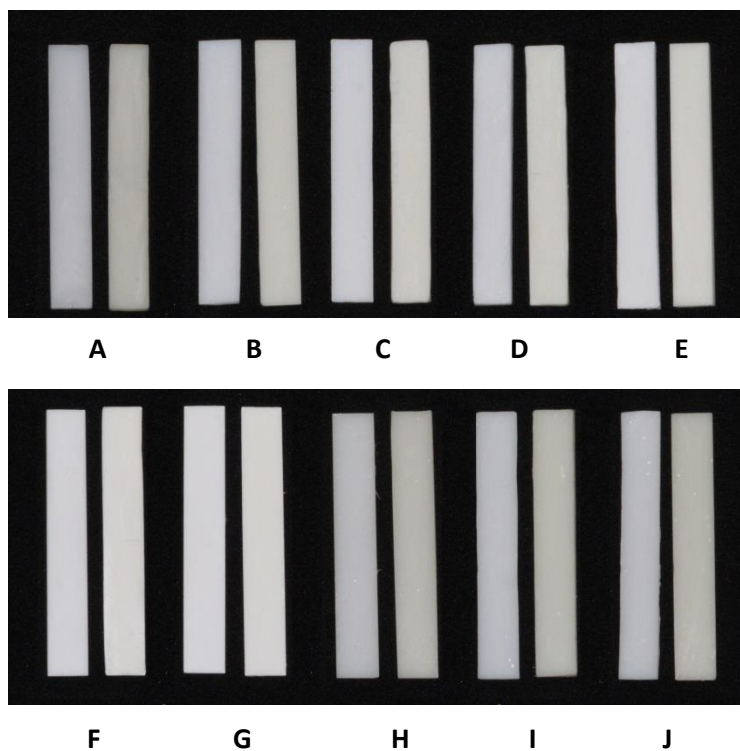
**Figura 18:** Amostras circulares utilizadas nos testes de cor e microdureza. Amostra superior: antes do envelhecimento. Amostra inferior: após envelhecimento. A) grupo controle. B) ZnO 1%. C) ZnO 2% e D) ZnO 2,5%.



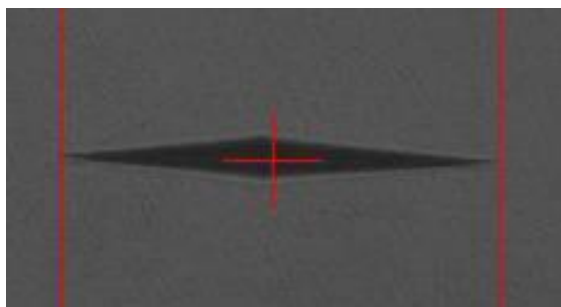
**Figura 19:** Amostras circulares utilizadas nos testes de cor e microdureza. Amostra superior: antes do envelhecimento. Amostra inferior: após envelhecimento. A) Grupo TiO<sub>2</sub> 1%. B) TiO<sub>2</sub> 2% e C) TiO<sub>2</sub> 2,5%.



**Figura 20:** Amostras circulares utilizadas nos testes de cor e microdureza. Amostra superior: antes do envelhecimento. Amostra inferior: após envelhecimento. A) Grupo BaSO<sub>4</sub> 1%. B) BaSO<sub>4</sub> 2% e C) BaSO<sub>4</sub> 2,5%.



**Figura 21:** Amostras retangulares utilizadas no teste de resistência à flexão, antes e após envelhecimento. A) grupo controle. B) ZnO 1%. C) ZnO 2%. D) ZnO 2,5%. E) TiO<sub>1</sub> 1%. F) TiO<sub>1</sub> 2%. G) TiO<sub>1</sub> 2,5%. H) BaSO<sub>4</sub> 1%. I) BaSO<sub>4</sub> 2%. J) BaSO<sub>4</sub> 2,5%.



**Figura 22:** Figura geométrica formada após penetração da ponta do microdurômetro na superfície da amostra



**Figura 23:** A) Marcações realizadas nas amostras para teste de resistência à flexão (marcação no centro da amostra e duas marcações distantes 1 cm das extremidades). B) Amostra devidamente posicionada no dispositivo para realização do teste por meio da técnica dos 3 pontos.



**Figura 24:** Realização do teste de resistência à flexão, demonstrando a amostra se flexionando até o momento de sua fratura.



**Figura 25:** Amostras fraturadas após teste de resistência à flexão

**ANEXO 3:** Tabelas dos valores obtidos nos testes de estabilidade de cor, microdureza e resistência à flexão antes e após o ensaio de envelhecimento acelerado por 1008 horas

**Tabela 8:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo CONTROLE, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	80,63	78,18	-0,75	-4,21	-1,13	11,90	13,70
2	80,76	78,16	-0,72	-4,32	-0,97	12,42	14,11
3	81,65	79,11	-0,64	-4,34	-0,51	13,45	14,66
4	80,35	77,91	-0,74	-4,20	-1,17	11,68	13,53
5	81,22	78,87	-0,72	-4,47	-0,86	12,93	14,48
6	80,56	78,50	-0,68	-4,16	-1,07	11,71	13,40
7	80,91	78,49	-0,69	-4,12	-1,06	11,51	13,25
8	80,46	78,06	-0,75	-4,20	-1,15	11,15	13,00
9	80,87	78,37	-0,77	-4,36	-1,02	12,27	13,99
10	81,01	78,60	-0,69	-4,15	-0,88	11,71	13,28
<b>Média ΔE</b>							13,74
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,55

**Tabela 9:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo ZnO 1%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	85,73	83,71	-0,4	-3,94	-1,06	11,45	13,16
2	86,93	84,49	-0,28	-3,73	-1,03	10,98	12,73
3	86,35	85,10	-0,25	-3,81	-1,13	11,17	12,87
4	85,37	83,15	-0,35	-4,02	-1,24	11,47	13,41
5	86,7	84,72	-0,35	-3,72	-1,39	10,48	12,50
6	85,84	83,92	-0,33	-3,76	-1,46	10,66	12,74
7	87,08	85,26	-0,3	-3,70	-0,89	10,76	12,27
8	86,5	84,93	-0,31	-3,63	-1,05	10,19	11,82
9	86,26	84,07	-0,3	-3,84	-1,46	10,55	12,71
10	86,96	85,15	-0,25	-3,73	-1,04	10,73	12,41
<b>Média ΔE</b>							12,66
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,45

**Tabela 10:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo ZNO 2%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	B <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	90,77	89,44	-0,44	-2,84	-0,45	8,29	9,16
2	88,5	86,73	-0,48	-3,56	-0,21	11,39	12,13
3	90,88	89,28	-0,38	-2,90	-0,5	8,79	9,76
4	90,85	88,22	-0,4	-3,10	-0,22	9,73	10,64
5	89,72	89,35	-0,48	-2,88	-0,16	8,95	9,43
6	91,01	89,49	-0,36	-2,86	-0,31	8,81	9,58
7	88,82	87,46	-0,49	-3,35	-0,23	10,34	11,03
8	90,89	89,52	-0,37	-2,93	-0,17	8,88	9,50
9	91,13	89,65	-0,39	-2,83	-0,01	9,17	9,61
10	88,97	87,76	-0,51	-3,09	-0,14	9,64	10,19
<b>Média ΔE</b>							10,10
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,92

**Tabela 11:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo ZNO 2,5%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	90,78	89,30	-0,33	-2,84	0,17	9,19	9,48
2	90,9	89,87	-0,36	-2,41	-0,01	7,52	7,87
3	90,14	88,43	-0,64	-3,51	-0,48	10,39	11,37
4	90,66	89,21	-0,35	-2,80	0,3	9,13	9,28
5	90,72	89,22	-0,32	-2,85	0,32	9,41	9,55
6	90,8	89,39	-0,36	-2,88	0,11	8,69	9,05
7	90,86	89,33	-0,61	-3,26	-0,24	9,36	10,08
8	90,96	89,38	-0,33	-2,70	0,18	8,03	8,35
9	90,88	89,45	-0,38	-2,76	-0,02	7,88	8,37
10	90,51	89,16	-0,43	-2,68	0,12	7,67	7,99
<b>Média ΔE</b>							9,14
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							1,07

**Tabela 12:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo TiO<sub>2</sub> 1%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	93,55	91,52	-0,44	-2,82	1,33	11,37	10,52
2	93,27	91,34	-0,39	-2,83	1,55	11,42	10,35
3	93,33	91,48	-0,51	-2,84	1,4	11,07	10,12
4	93,19	91,19	-0,58	-3,02	1,27	11,44	10,65
5	93,94	92,20	-0,58	-2,60	1,17	9,66	8,90
6	93,35	91,53	-0,5	-2,78	1,37	10,78	9,85
7	93,57	91,64	-0,45	-2,77	1,4	10,95	10,02
8	93,66	91,58	-0,43	-2,79	1,35	11,25	10,39
9	93,12	91,05	-0,56	-3,05	1,25	11,86	11,09
10	93,64	91,56	-0,39	-2,76	1,5	11,30	10,29
<b>Média ΔE</b>							10,22
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,58

**Tabela 13:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo TiO<sub>2</sub> 2%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	95,52	93,49	-0,63	-2,44	1,25	8,92	8,14
2	95,33	93,46	-0,64	-2,44	1,3	8,76	7,90
3	95,52	93,18	-0,55	-2,44	1,43	9,60	8,71
4	95,55	93,54	-0,49	-2,32	1,4	8,85	7,93
5	95,28	93,20	-0,5	-2,46	1,47	9,87	8,87
6	95,13	93,04	-0,59	-2,55	1,39	10,03	9,10
7	95,26	92,95	-0,54	-2,54	1,55	10,35	9,32
8	95,59	93,29	-0,56	-2,45	1,42	9,86	8,95
9	95,27	93,14	-0,5	-2,47	1,38	10,12	9,21
10	95	92,73	-0,51	-2,60	1,55	10,73	9,68
<b>Média ΔE</b>							8,78
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,61

**Tabela 14:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo TiO<sub>2</sub> 2,5%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	A <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	95,82	93,73	-0,57	-2,46	1,24	8,53	7,82
2	96,21	94,24	-0,38	-1,93	1,48	7,65	6,66
3	95,98	94,10	-0,49	-2,17	1,36	7,86	6,97
4	95,75	93,90	-0,63	-2,37	1,32	7,41	6,60
5	95,95	94,08	-0,45	-2,09	1,49	7,99	6,96
6	95,76	93,75	-0,68	-2,39	1,22	7,53	6,84
7	96,13	94,14	-0,38	-1,96	1,31	7,62	6,80
8	95,81	93,88	-0,62	-2,36	1,17	7,81	7,13
9	96,12	94,29	-0,51	-2,06	1,17	7,25	6,54
10	96,18	94,27	-0,39	-1,98	1,31	7,43	6,61
<b>Média ΔE</b>							6,89
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,38

**Tabela 15:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo BaSO<sub>4</sub> 1%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	A <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	83,02	80,84	-0,97	-3,99	-0,38	11,02	11,99
2	83,05	81,11	-0,96	-4,13	-0,29	11,64	12,50
3	82,47	80,15	-1,07	-4,34	-0,35	11,96	12,95
4	82,98	81,03	-0,95	-3,88	-0,12	10,95	11,62
5	83,18	80,99	-1,01	-4,16	-0,35	11,63	12,58
6	82,22	79,99	-1,09	-4,43	-0,5	11,90	13,03
7	82,91	80,67	-1,08	-4,31	-0,22	11,96	12,80
8	82,87	80,67	-1	-4,08	-0,22	11,57	12,38
9	82,71	80,49	-1,09	-4,33	-0,35	11,93	12,89
10	82,66	80,85	-1,07	-4,26	-0,38	11,53	12,46
<b>Média ΔE</b>							12,52
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,45

**Tabela 16:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo BaSO<sub>4</sub> 2%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	83,18	81,06	-0,96	-4,04	-0,25	11,68	12,50
2	84,08	81,46	-1,03	-4,39	-0,1	13,54	14,29
3	82,5	80,21	-1,02	-4,44	-0,49	12,77	13,88
4	83,9	81,71	-0,98	-4,23	-0,15	12,40	13,15
5	83,89	81,75	-1,08	-4,39	0,01	13,39	13,95
6	83,49	81,36	-0,95	-4,30	-0,18	12,84	13,61
7	83,5	81,31	-0,95	-4,18	-0,16	12,65	13,39
8	83,12	81,34	-0,97	-4,07	-0,2	11,97	12,68
9	83,39	81,21	-0,93	-4,14	-0,11	12,49	13,18
10	83,5	81,58	-1,07	-4,26	-0,28	12,35	13,17
<b>Média ΔE</b>							13,38
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,56

**Tabela 17:** Valores obtidos no teste de estabilidade de cor, do grupo BaSO<sub>4</sub> 2,5%, antes e após 1008 horas de envelhecimento.

Amostra	L <sub>o</sub>	L <sub>f</sub>	a <sub>o</sub>	a <sub>f</sub>	b <sub>o</sub>	b <sub>f</sub>	ΔE
1	83,42	81,22	-1,02	-4,12	0,01	12,44	13,00
2	83,14	80,87	-1,15	-4,51	-0,36	13,26	14,21
3	83,54	80,99	-0,95	-4,29	0,02	13,95	14,55
4	83,4	80,98	-1,18	-4,45	-0,09	13,38	14,07
5	83,64	81,42	-1,11	-4,41	-0,2	13,45	14,22
6	83,67	81,33	-0,99	-4,25	-0,22	13,35	14,15
7	82,5	79,90	-0,98	-4,17	-0,46	12,95	14,03
8	83,32	81,07	-1,06	-4,28	-0,11	13,14	13,82
9	83,16	80,67	-1,1	-4,45	-0,33	13,67	14,61
10	82,96	80,73	-1,02	-4,15	-0,36	12,67	13,58
<b>Média ΔE</b>							14,02
<b>Desvio Padrão ΔE</b>							0,47



**Tabela 18:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo CONTROLE.

<b>Amostra</b>	<b>Edent 1</b>	<b>Edent 2</b>	<b>Edent 3</b>	<b>Edent 4</b>	<b>Edent 5</b>	<b>Média/amostra</b>
<b>1</b>	20,5	21,2	20,1	20,1	20,5	20,48
<b>2</b>	20,1	20,3	19,9	20,1	20,1	20,1
<b>3</b>	20,1	20,3	19,9	20,1	19,2	19,92
<b>4</b>	20,3	20,5	20,8	21	21	20,72
<b>5</b>	20,3	20,8	20,5	20,8	20,1	20,5
<b>6</b>	19,9	20,1	19,9	20,3	20,1	20,06
<b>7</b>	20,3	19,7	20,1	19,9	19,9	19,98
<b>8</b>	20,5	20,3	20,1	20,1	21	20,4
<b>9</b>	19,2	19,9	20,1	19,7	19,4	19,66
<b>10</b>	19,4	19,7	20,1	19,7	19,9	19,76
					<b>Média</b>	<b>20,16</b>
					<b>DP</b>	<b>0,35</b>

**Tabela 19:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo CONTROLE, após envelhecimento de 1008 horas.

<b>Amostra</b>	<b>Edent 1f</b>	<b>Edent 2f</b>	<b>Edent 3f</b>	<b>Edent 4f</b>	<b>Edent 5f</b>	<b>Média/amostra</b>
<b>1</b>	19,9	20,3	20,1	19,9	19,7	19,98
<b>2</b>	19,7	20,3	19,7	20,3	19,9	19,98
<b>3</b>	19,4	20,1	19,2	20,1	19,7	19,7
<b>4</b>	19,9	20,1	19,4	19,4	19,7	19,7
<b>5</b>	20,1	19,4	20,1	19,4	20,5	19,9
<b>6</b>	20,5	19,9	20,1	20,1	19,9	20,1
<b>7</b>	19,9	20,3	20,5	19,7	19,9	20,06
<b>8</b>	20,8	20,5	20,1	20,3	20,1	20,36
<b>9</b>	20,3	20,1	20,1	20,1	20,5	20,22
<b>10</b>	20,3	20,5	20,5	20,5	20,3	20,42
					<b>Média</b>	<b>20,04</b>
					<b>DP</b>	<b>0,25</b>

**Tabela 20:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 1%.

Amostra	Edent 1	Edent 2	Edent 3	Edent 4	Edent 5	Média/amostra
1	20,1	21	20,3	20,3	20,8	20,5
2	21	20,5	20,1	20,3	20,1	20,4
3	20,1	19,7	20,1	20,1	19,7	19,94
4	20,1	20,5	20,8	20,1	20,1	20,32
5	20,8	20,5	20,5	20,3	19,9	20,4
6	20,3	19,9	20,5	20,3	20,1	20,22
7	19,7	20,1	19,7	19,7	19,2	19,68
8	19,4	20,5	20,1	19,4	19,9	19,86
9	20,3	19,9	20,3	20,8	20,1	20,28
10	19,7	19,4	19,9	19,9	19	19,58
<b>Média</b>						<b>20,12</b>
<b>DP</b>						<b>0,33</b>

**Tabela 21:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 1%, após envelhecimento de 1008 horas.

Amostra	Edent 1f	Edent 2f	Edent 3f	Edent 4f	Edent 5f	Média/amostra
1	19,7	18,2	19,9	19,9	19	19,34
2	19,2	20,3	19,7	19,4	20,1	19,74
3	19,9	19,4	19,4	19,7	19,2	19,52
4	20,5	19,4	19,4	20,5	19,9	19,94
5	20,1	18,2	18,2	18,6	19,9	19
6	18,4	18,2	20,3	19	17,9	18,76
7	19,2	19,7	20,8	19	18,4	19,42
8	21,2	19	18,6	18,6	18,2	19,12
9	19,4	19,4	21,5	20,8	20,1	20,24
10	19,9	19,2	21,2	21,7	21	20,6
<b>Média</b>						<b>19,57</b>
<b>DP</b>						<b>0,57</b>

**Tabela 22:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2%

<b>Amstra</b>	<b>Edent 1</b>	<b>Edent 2</b>	<b>Edent 3</b>	<b>Edent 4</b>	<b>Edent 5</b>	<b>Média/amostra</b>
<b>1</b>	19,4	19,4	19,9	19,9	19,7	19,66
<b>2</b>	19,7	19	19,9	19,9	19,9	19,68
<b>3</b>	19,9	20,1	19,9	19,9	19,9	19,94
<b>4</b>	20,3	19,7	19,7	19,7	20,3	19,94
<b>5</b>	19,9	20,3	19,7	20,3	20,3	20,1
<b>6</b>	19,2	19,4	19,4	19,4	19,2	19,32
<b>7</b>	19,4	19,2	20,1	19,9	19,9	19,7
<b>8</b>	19	19,2	19,9	19,2	19,4	19,34
<b>9</b>	19	19,9	19,7	19,4	19,4	19,48
<b>10</b>	19,7	19,2	19,4	18,8	19,2	19,26
					<b>Média</b>	<b>19,64</b>
					<b>DP</b>	<b>0,29</b>

**Tabela 23:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2%, após envelhecimento de 1008 horas.

<b>Amostra</b>	<b>Edent 1f</b>	<b>Edent 2f</b>	<b>Edent 3f</b>	<b>Edent 4f</b>	<b>Edent 5f</b>	<b>Média/amostra</b>
<b>1</b>	20,1	19,9	18,2	17,5	19,9	19,12
<b>2</b>	20,3	20,5	21	20,5	20,5	20,56
<b>3</b>	18,6	19,7	18,8	17,9	19,4	18,88
<b>4</b>	20,5	18,2	21	21	19,9	20,12
<b>5</b>	17,3	20,3	19,9	19,7	19	19,24
<b>6</b>	17	20,3	17	20,3	19,4	18,8
<b>7</b>	19,7	18	18,8	17,3	16,8	18,12
<b>8</b>	18,6	20,3	17,1	19,7	15,5	18,24
<b>9</b>	20,1	16,6	19	19,9	17,1	18,54
<b>10</b>	19,9	20,8	17,1	20,1	19,4	19,46
					<b>Média</b>	<b>19,11</b>
					<b>DP</b>	<b>0,78</b>

**Tabela 24:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2,5%.

Amostra	Edent 1	Edent 2	Edent 3	Edent 4	Edent 5	Média/amostra
1	19,4	18,8	19,4	19,2	19,4	19,24
2	19,9	19,2	18,8	18,4	19,4	19,14
3	19,4	19,2	19,9	19,2	19,2	19,38
4	18	18,8	18,8	19,2	18,6	18,68
5	19,4	19,2	19,2	19,4	19	19,24
6	19,9	20,1	18,8	19,2	19	19,4
7	20,5	20,8	20,5	20,1	20,3	20,44
8	19,9	20,3	19,9	19,4	19,7	19,84
9	19,9	19,9	19,7	19,7	19,7	19,78
10	19,7	19,4	19,7	19,9	20,5	19,84
					<b>Média</b>	<b>19,50</b>
					<b>DP</b>	<b>0,49</b>

**Tabela 25:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2,5%, após envelhecimento de 1008 horas.

Amostra	Edent 1f	Edent 2f	Edent 3f	Edent 4f	Edent 5f	Média/amostra
1	18	17,5	19	17,9	19	18,28
2	18,6	18,6	19,2	18,8	18,8	18,8
3	19,7	18,4	19,2	16,3	18,4	18,4
4	19,2	18,2	19	17,5	18	18,38
5	19,9	17,9	18,2	19,9	15,7	18,32
6	19,4	18,6	18,8	18,8	17,1	18,54
7	20,1	19,9	19,7	18,2	18,2	19,22
8	19,9	18,2	17,7	17,9	19,2	18,58
9	18,2	19,7	17,5	17,9	20,5	18,76
10	19,7	17,7	17,3	18,2	20,1	18,6
					<b>Média</b>	<b>18,59</b>
					<b>DP</b>	<b>0,28</b>

**Tabela 26:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO<sub>2</sub> 1%.

Amostra	Edent 1	Edent 2	Edent 3	Edent 4	Edent 5	Média/amostra
1	21	20,3	20,3	20,5	20,1	20,44
2	20,8	20,8	20,1	20,3	20,1	20,42
3	20,8	20,8	20,5	21	20,5	20,72
4	20,5	20,5	21,2	19,9	19,9	20,4
5	21	20,8	20,3	20,1	21,2	20,68
6	19,7	19,7	20,5	19,9	20,5	20,06
7	19,2	19,2	19,9	19,2	19,7	19,44
8	19,9	19,7	19,7	19,2	19,4	19,58
9	20,3	19,7	19,7	19,9	20,3	19,98
10	19,9	19,7	19,7	20,1	19,9	19,86
<b>Média</b>						<b>20,16</b>
<b>DP</b>						<b>0,44</b>

**Tabela 27:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO<sub>2</sub> 1%, após envelhecimento de 1008 horas.

Amostra	Edent 1f	Edent 2f	Edent 3f	Edent 4f	Edent 5f	Média/amostra
1	21,5	20,8	20,8	21	20,3	20,88
2	20,3	20,8	20,8	20,5	20,5	20,58
3	21	20,3	20,8	20,5	20,8	20,68
4	20,8	20,3	21,2	20,5	20,3	20,62
5	20,8	20,1	21	20,8	20,5	20,64
6	20,3	20,5	20,5	21	20,3	20,52
7	21,2	21,5	20,8	20,8	20,8	21,02
8	22,2	20,5	22,2	21,2	21,7	21,56
9	21,5	21,7	21,2	21,5	20,5	21,28
10	21	21,7	21,5	22	21,5	21,54
<b>Média</b>						<b>20,93</b>
<b>DP</b>						<b>0,40</b>

**Tabela 28:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO<sub>2</sub> 2%.

<b>Amostra</b>	<b>Edent 1</b>	<b>Edent 2</b>	<b>Edent 3</b>	<b>Edent 4</b>	<b>Edent 5</b>	<b>Média/amostra</b>
<b>1</b>	20,8	20,8	20,5	20,8	20,8	20,74
<b>2</b>	20,3	19,7	19,4	20,5	20,3	20,04
<b>3</b>	20,3	20,1	20,1	20,1	19,9	20,1
<b>4</b>	20,1	20,3	20,1	20,5	20,1	20,22
<b>5</b>	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
<b>6</b>	20,8	19,9	19,9	20,3	20,5	20,28
<b>7</b>	21,2	21	21	20,5	20,3	20,8
<b>8</b>	20,1	19,7	20,1	20,1	20,1	20,02
<b>9</b>	20,5	20,5	20,5	20,3	20,1	20,38
<b>10</b>	20,3	19,7	20,1	20,1	19,9	20,02
					<b>Média</b>	<b>20,31</b>
					<b>DP</b>	<b>0,29</b>

**Tabela 29:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo ZnO 2%, após envelhecimento de 1008 horas.

<b>Amostra</b>	<b>Edent 1f</b>	<b>Edent 2f</b>	<b>Edent 3f</b>	<b>Edent 4f</b>	<b>Edent 5f</b>	<b>Média/amostra</b>
<b>1</b>	22,5	22	21,2	21	22	21,74
<b>2</b>	22,5	23,3	21,5	21,7	21	22
<b>3</b>	21,7	20,8	21	21	22	21,3
<b>4</b>	22	21,2	22,2	21,2	21,5	21,62
<b>5</b>	22,5	20,5	20,8	21,5	21,7	21,4
<b>6</b>	21,7	21	21,2	21,5	21,5	21,38
<b>7</b>	23	22,2	20,8	22,8	22,8	22,32
<b>8</b>	23	20,5	23	22	22,2	22,14
<b>9</b>	22	21	22,2	21,7	22,5	21,88
<b>10</b>	21,7	22,5	21,2	22	21,5	21,78
					<b>Média</b>	<b>21,76</b>
					<b>DP</b>	<b>0,34</b>

**Tabela 30:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO<sub>2</sub> 2,5%.

Amostra	Edent 1	Edent 2	Edent 3	Edent 4	Edent 5	Média/amostra
1	20,5	20,1	20,5	20,8	21,2	20,62
2	20,8	19,7	19,4	19,7	20,3	19,98
3	19,7	19,9	19,7	20,1	19,9	19,86
4	19,7	19,7	19,7	19,4	19,7	19,64
5	20,3	19,9	19,9	20,1	20,5	20,14
6	20,1	19,4	20,1	19,9	19,7	19,84
7	20,5	19,4	20,1	19,4	19,2	19,72
8	19,4	19	19,4	19,4	19,4	19,32
9	20,5	19,4	19,9	19,7	20,3	19,96
10	19,9	19,9	19,7	19,4	19,9	19,76
<b>Média</b>						<b>19,88</b>
<b>DP</b>						<b>0,34</b>

**Tabela 31:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo TiO<sub>2</sub> 2,5%, após envelhecimento de 1008 horas.

Amostra	Edent 1f	Edent 2f	Edent 3f	Edent 4f	Edent 5f	Média/amostra
1	22	22	21	20,5	21	21,3
2	20,5	20,5	21,2	21	20,8	20,8
3	19,7	19,9	20,5	20,3	19,9	20,06
4	20,1	20,8	20,1	20,5	20,3	20,36
5	20,8	21	20,5	20,5	21,5	20,86
6	20,3	21,7	21	21,7	22,2	21,38
7	20,3	21,2	21	21	21,2	20,94
8	20,3	20,5	21,2	21,5	20,8	20,86
9	21,5	20,5	21,2	21,2	21	21,08
10	20,5	21	20,3	21	20,8	20,72
<b>Média</b>						<b>20,84</b>
<b>DP</b>						<b>0,40</b>

**Tabela 32:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 1%

Amostra	Edent 1	Edent 2	Edent 3	Edent 4	Edent 5	Média/amostra
1	19	18,8	18,8	19	19,4	19
2	19,4	19,7	20,1	19,2	19,4	19,56
3	19,7	19,2	19,7	19,7	19,2	19,5
4	19	19,2	19	19,4	19	19,12
5	19	19	19,4	19,2	18,8	19,08
6	19,4	19,9	19,7	19,7	19,7	19,68
7	18,6	18,8	18,8	18,6	18,6	18,68
8	19	19	19,2	19,4	19,4	19,2
9	19,7	19	19,2	19	19,2	19,22
10	19,4	19,2	19,9	19,7	19,7	19,58
					<b>Média</b>	<b>19,26</b>
					<b>DP</b>	<b>0,31</b>

**Tabela 33:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 1%, após envelhecimento de 1008 horas.

Amostra	Edent 1f	Edent 2f	Edent 3f	Edent 4f	Edent 5f	Média/amostra
1	20,1	19,9	20,1	19,7	20,8	20,12
2	19,9	19,4	19,7	19,4	20,3	19,74
3	20,1	20,1	20,3	19,7	20,5	20,14
4	20,8	19,7	19,9	20,5	20,1	20,2
5	20,1	20,3	20,1	20,1	20,1	20,14
6	20,1	19,7	18,8	20,1	19,7	19,68
7	20,1	19,2	19,7	19,7	20,1	19,76
8	20,3	20,3	19,9	19,7	19,7	19,98
9	20,1	19,9	20,3	20,3	20,1	20,14
10	19,4	19,7	19,2	19,7	19,9	19,58
					<b>Média</b>	<b>19,95</b>
					<b>DP</b>	<b>0,23</b>



**Tabela 34:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 2%.

Amostra	Edent 1	Edent 2	Edent 3	Edent 4	Edent 5	Média/amostra
1	19,7	19,4	20,1	19,9	19,7	19,76
2	19,2	19,7	19,7	19,4	19,7	19,54
3	20,1	20,3	20,1	20,1	19,9	20,1
4	19,7	19,4	19,9	19,4	19,2	19,52
5	19,2	19,4	19	19,2	19,2	19,2
6	19,2	19,4	19,4	19	19,2	19,24
7	19,7	19,4	19,4	19,2	19,2	19,38
8	20,3	19,7	20,3	19,7	20,5	20,1
9	19,9	19,2	19,9	19	19,2	19,44
10	19,7	19,4	19,4	19,2	19,4	19,42
					<b>Média</b>	<b>19,57</b>
					<b>DP</b>	<b>0,32</b>

**Tabela 35:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 2%, após envelhecimento de 1008 horas.

Amostra	Edent 1f	Edent 2f	Edent 3f	Edent 4f	Edent 5f	Média/amostra
1	20,3	20,8	21,2	20,5	19,7	20,5
2	20,8	20,8	21	21	20,5	20,82
3	20,5	20,3	20,1	21	19,7	20,32
4	21	21	29,8	21	21,2	22,8
5	21,5	21,5	20,8	21	21,5	21,26
6	20,8	20,5	20,3	21	20,1	20,54
7	19,9	19,4	20,3	19,9	21	20,1
8	20,3	19,9	20,3	20,1	20,1	20,14
9	21,5	20,5	21,2	21,2	22	21,28
10	20,5	20,1	20,3	20,5	20,5	20,38
					<b>Média</b>	<b>20,81</b>
					<b>DP</b>	<b>0,81</b>

**Tabela 36:** Valores iniciais obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 2,5%.

Amostra	Edent 1	Edent 2	Edent 3	Edent 4	Edent 5	Média/amostra
1	19	19,4	18,4	18,8	19,2	18,96
2	20,5	20,1	20,1	19,4	19,7	19,96
3	19,2	19	19	19,2	19,2	19,12
4	18,6	18,6	19,2	19,2	19	18,92
5	19,2	18,8	19	18,8	18,8	18,92
6	19	19	18,8	19	18,8	18,92
7	19,7	19,4	20,1	19,4	19,7	19,66
8	19,2	19,4	19,2	19,2	19,2	19,24
9	19,2	19,2	19,4	19,9	19,4	19,42
10	19	19,2	19,2	18,8	19,2	19,08
<b>Média</b>						<b>19,22</b>
<b>DP</b>						<b>0,36</b>

**Tabela 37:** Valores obtidos no teste de microdureza, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 2,5%, após envelhecimento de 1008 horas.

Amostra	Edent 1f	Edent 2f	Edent 3f	Edent 4f	Edent 5f	Média/amostra
1	22	21,5	22	21,7	21,2	21,68
2	21	21	20,8	20,8	21,7	21,06
3	21,7	21,7	21,7	20,8	21,2	21,42
4	21,2	21	21,2	20,8	21,2	21,08
5	21	20,8	21,2	20,5	20,8	20,86
6	21,2	22,5	21,7	21,7	21	21,62
7	20,8	20,5	21,5	21,2	21,7	21,14
8	22	22,2	22	20,8	21,2	21,64
9	22	23	22,2	21,7	21,5	22,08
10	21,2	21,5	21,5	20,8	20,3	21,06
<b>Média</b>						<b>21,36</b>
<b>DP</b>						<b>0,38</b>

**Tabela 38:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo CONTROLE.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<i>1</i>	114,97	58,37
<i>2</i>	105,59	82,64
<i>3</i>	123,38	69,42
<i>4</i>	109,51	80,04
<i>5</i>	107,17	118,05
<i>6</i>	114,26	63,34
<i>7</i>	103,91	72,86
<i>8</i>	117,17	86,25
<i>9</i>	98,54	64,62
<i>10</i>	127,79	68,94
<i>Média</i>	111,87	77,29
<i>DP</i>	8,67	17,93

**Tabela 39:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo ZnO 1%.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<i>1</i>	70,35	79,16
<i>2</i>	60,92	85,06
<i>3</i>	88,98	84,22
<i>4</i>	108,49	53,61
<i>5</i>	96,12	71,27
<i>6</i>	55,55	82,2
<i>7</i>	112,99	85,63
<i>8</i>	74,09	100,96
<i>9</i>	102,59	89,91
<i>10</i>	107,83	91,8
<i>Média</i>	87,79	82,38
<i>DP</i>	21,10	12,79

**Tabela 40:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo ZnO 2%.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<b>1</b>	83,65	81,71
<b>2</b>	61,85	61,54
<b>3</b>	104,75	74,93
<b>4</b>	83,34	102,5
<b>5</b>	86,43	75,99
<b>6</b>	76,69	68,01
<b>7</b>	84,09	78,1
<b>8</b>	72,86	67,53
<b>9</b>	87,26	85,72
<b>10</b>	67,40	90,26
<b>Média</b>	80,83	78,63
<b>DP</b>	11,98	12,08

**Tabela 41:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo ZnO 2,5%.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<b>1</b>	98,27	62,86
<b>2</b>	97,35	69,82
<b>3</b>	93,96	75,15
<b>4</b>	90,21	80,52
<b>5</b>	90,17	95,37
<b>6</b>	92,02	73,69
<b>7</b>	77,31	82,72
<b>8</b>	81,18	108,85
<b>9</b>	59,29	78,23
<b>10</b>	79,60	82,2
<b>Média</b>	85,94	80,94
<b>DP</b>	11,87	13,06

**Tabela 42:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo TiO<sub>2</sub> 1%.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<i>1</i>	112,63	89,86
<i>2</i>	84,18	57,84
<i>3</i>	73,12	67,09
<i>4</i>	81,67	54,84
<i>5</i>	110,21	67,22
<i>6</i>	114,93	54
<i>7</i>	114,57	66,21
<i>8</i>	82,81	73,08
<i>9</i>	115,76	68,23
<i>10</i>	119,55	60,04
<i>Média</i>	100,94	65,84
<i>DP</i>	18,03	10,53

**Tabela 43:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo TiO<sub>2</sub> 2%.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<i>1</i>	109,68	55,63
<i>2</i>	100,39	80,57
<i>3</i>	105,85	58,63
<i>4</i>	78,54	62,24
<i>5</i>	99,24	64,71
<i>6</i>	109,51	93,96
<i>7</i>	104,04	54
<i>8</i>	88,76	56,96
<i>9</i>	106,95	71,4
<i>10</i>	85,94	57,22
<i>Média</i>	98,89	65,53
<i>DP</i>	10,83	12,92

**Tabela 44:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo TiO<sub>2</sub> 2,5%.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<i>1</i>	92,11	56,47
<i>2</i>	82,24	63,61
<i>3</i>	87,70	60,52
<i>4</i>	94,71	66,87
<i>5</i>	101,75	88,63
<i>6</i>	96,95	63,74
<i>7</i>	99,51	77,79
<i>8</i>	99,60	60,83
<i>9</i>	83,65	70,7
<i>10</i>	75,72	84,35
<i>Média</i>	91,39	69,35
<i>DP</i>	8,73	10,84

**Tabela 45:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 1%

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<i>1</i>	91,67	53,08
<i>2</i>	97,61	89,6
<i>3</i>	85,63	77,84
<i>4</i>	95,24	64,49
<i>5</i>	87,04	65,85
<i>6</i>	83,08	94,88
<i>7</i>	64,53	78,36
<i>8</i>	79,69	74,88
<i>9</i>	107,44	59,64
<i>10</i>	78,98	88,54
<i>Média</i>	87,09	74,72
<i>DP</i>	11,83	13,83

**Tabela 46:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 2%.

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<b>1</b>	82,24	74,05
<b>2</b>	77,04	61,27
<b>3</b>	88,32	70,39
<b>4</b>	75,41	72,24
<b>5</b>	76,73	69,6
<b>6</b>	87,39	71,14
<b>7</b>	87,13	76,34
<b>8</b>	87,79	63,26
<b>9</b>	81,18	89,29
<b>10</b>	88,23	75,19
<b>Média</b>	83,15	72,02
<b>DP</b>	5,28	7,34

**Tabela 47:** Valores iniciais e após envelhecimento de resistência (Mpa) obtidos no teste de resistência à flexão, para o grupo BaSO<sub>4</sub> 2,5%

<i>Amostra</i>	<b>Resistência Inicial (Mpa)</b>	<b>Resistência Final (Mpa)</b>
<b>1</b>	76,82	75,94
<b>2</b>	79,42	78,7
<b>3</b>	93,03	70,92
<b>4</b>	54,36	89,68
<b>5</b>	86,03	80,61
<b>6</b>	85,76	77,84
<b>7</b>	86,87	84,05
<b>8</b>	59,60	77,97
<b>9</b>	86,73	82,28
<b>10</b>	88,23	86,82
<b>Média</b>	79,69	80,48
<b>DP</b>	12,83	5,47