

DERLY TESCARO NARCIZO DE OLIVEIRA

**EFEITO DA POLIMERIZAÇÃO E DESINFECÇÃO
NA RESISTÊNCIA FLEXURAL E NA TOPOGRAFIA
DA SUPERFÍCIE DE RESINA ACRÍLICA**



Araçatuba – SP
2011

Derly Tes caro Narcizo de Oliveira

Efeito da polimerização e desinfecção na resistência flexural e na topografia da superfície de resina acrílica

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

Orientador Prof. Titular Francisco Antonio Bertoz
Coorientador Prof^a. Adjunto Maria Cristina Rosifini
Alves Rezende

**Araçatuba – SP
2011**

Catálogo na Publicação (CIP)

Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

O48e	<p>Oliveira, Derly Tescaro Narcizo de. Efeito da polimerização e desinfecção na resistência flexural e na topografia da superfície de resina acrílica / Derly Tescaro Narcizo de Oliveira. - Araçatuba : [s.n.], 2011 90 f. : il. ; tab. + 1 CD-ROM</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba Orientador: Prof. Francisco Antonio Bertoz Coorientadora: Profa. Maria Cristina Rosifini Alves Rezende</p> <p>1. Polimetil metacrilato 2. Resistência de materiais 3. Desinfecção 4. Ortodontia</p> <p>Black D4 CDD 617.643</p>
------	---

Dados Curriculares

DERLY TESCARO NARCIZO DE OLIVEIRA

NASCIMENTO	04/06/1976 – São Paulo (SP)
FILIAÇÃO	Mãe: Mercedes Tescaro Narcizo de Oliveira Pai: Recildo Narcizo de Oliveira
1994/1998–	Graduação em Odontologia Faculdade de Odontologia de Lins UNIMEP
2009/2011	Programa de Pós-Graduação em Odontologia Área de Ortodontia Faculdade de Odontologia de Araçatuba UNESP



Dedicat3ria

"Sua visão só ficará clara quando você olhar em seu coração. Quem olha fora, sonha. Quem olha dentro, desperta."

(Carl Gustav Jung)

Aos meus pais, **Recildo e Mercedes**, por seu amor incondicional e compreensão desmedida e por acreditar que eu seria capaz de alcançar minha meta e sonhos.

Ao meu irmão **Renê** pela sua parceria, sempre me oferecendo o que de melhor ele pode oferecer. Valeu "mano veio".

A minha irmã **Carolina**, que me proporcionou tantas alegrias nos momentos difíceis. Que gerenciou nossa clínica com propriedade enquanto estive ausente nesse momento que me dediquei ao curso de pós-graduação. Você, Léca, foi peça chave e indispensável, pois se você não existisse seria impossível a realização desse meu sonho. Amo-te e admiro-te.

Muito Obrigado, amada família!

“A energia vital da vida não deve ser desperdiçada com as lamentações e sim na busca das soluções”

Derly Tesaro Narcizo de Oliveira

Ao Professor **Francisco Antonio Bertoz**, meu orientador e amigo que me deu a oportunidade de aprender muito, a quem imensamente agradeço pela sua orientação, dedicação e estímulo constante no decorrer do trabalho. Sem ele, não saberia o valor que a educação tem para construir um futuro melhor. Entretanto, meu querido mestre, o que de fato aprendi com o senhor, foram lições de vida e convivência. Se hoje sou menos imaturo e mais corajoso devo ao senhor. Obrigado por me ensinar a ver a vida como ela é sem tirar nenhum detalhe aprendendo a encará-la, administrá-la e adorá-la.

Querido Professor, muito obrigado sempre!

“O encontro de duas personalidades assemelha-se ao contato de duas substâncias químicas: se alguma reação ocorre, ambos sofrem uma transformação.”

(Carl Gustav Jung)

A Professora **Maria Cristina Rosifini Alves Rezende**, minha coorientadora, obrigado pela incomensurável boa vontade que teve em todas as vezes que a procurei, por todo o carinho, compreensão e ensino, dedicado à minha pessoa desde nosso primeiro encontro na Jornada Acadêmica da FOA em 2008.

A senhora é muito especial!



Agradecimentos

“A magia da vida está na simplicidade dos atos e na complexidade das relações”

Derly Tescaro Narcizo de Oliveira

A **Deus**, por ter abençoado todos os dias da minha vida, por iluminar meu caminho, me dar forças para seguir sempre em frente e renovar minhas esperanças a cada amanhecer.

Aos meus avôs paternos **Joaquim** e **Olívia** (em memória) pelas orações e por acompanharem meu crescimento como homem. Vó, saudades da senhora e dos seus bolinhos de chuva e chá de favacão.

Aos meus avôs maternos, **Miguel** (em memória) e **Matildes** (em memória) pelo tamanho zelo com minha vida. Meu querido avô, Mindó, que me inspirou a ser dentista e minha avó que me ensinou a amar a vida. Saudades de vocês.

A **minha família** querida, tios e tias, primos e primas pelo amor e incentivo em todos os momentos, mesmo separados pela distância.

Aos meus tios **Pedro e Dirce** por me apoiarem com tanto carinho dando-me sempre uma cama cheirosa durante minhas idas a Santo André.

Aos meus padrinhos e tios, **Wilson e Darcy**. Vocês sempre foram peças fundamentais na minha vida, pois sempre estiveram comigo em todas as datas importantes e isso os faz mais amados ainda.

Ao meu primo, **Rafael**, companheiro de trabalho, que compreendeu minha caminhada durante o mestrado

A minha prima, **Priscila**. Você, Prica, é um ser humano imensurável. Um ser grandioso, dotado de muito amor. Valeu pela sua luz irradiada em minha direção e momentos preciosos juntos.

A minha tia, **Cely**. Tia, a sua lucidez é a sua maior aliada e foi assim que você me ajudou com tanto amor. Seu apoio e conversas longas sempre me nortearam e foram importantes nessa caminhada e as levarei comigo.

A **Faculdade de Odontologia** do Campus de Araçatuba – UNESP, pelo crescimento científico e profissional.

A Coordenadora do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, **Professora Maria José Hitomi Nagata**, pelo excelente exemplo na pesquisa científica e incentivo aos futuros profissionais.

Ao professores da disciplina de Ortodontia da Faculdade de odontologia de Araçatuba, **Prof. Francisco Antonio Bertoz, Prof. Eduardo César Almada Santos, Prof. Osmar Aparecido Cuoghi e Marcos Rogério de Mendonça**, obrigado pelos ensinamentos.

Aos **docentes e funcionários** do Departamento de Odontologia Infantil e Social da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP por todos os ensinamentos transmitidos. **Bertolina, Lidinho e Paquita**, vocês fizeram a minha estadia durante o mestrado muito mais interessante. Com certeza ficarão eternizados na minha memória e guardados no meu coração.

Ao **prof. Carlos Miguel Madeira**, que desde 1994 me acompanha e sempre me estimulou a ser mestre.

Ao **prof. Paulo Renato Junqueira Zuim** por toda a ajuda e colaboração na análise estatística desse trabalho.

Ao **prof. Marcelo Coelho Goiato**, por ceder o espaço em seu laboratório permitindo que os experimentos desse trabalho se tornassem possíveis.

Ao amigo **Prof. André Pinheiro de Magalhães Bertoz** pelo apoio sincero e oportunidades de crescimento profissional.

Aos queridos amigos e às queridas amigas de pós-graduação em Ortodontia: **Flávia, Ju Kina, Lídia, Márcio, Laércio, Aiello, Pedro e Yesselim** cujo apoio, incentivo e amizade foram fundamentais.

A amiga **Carla**, companheira de mestrado, estudos, clínicas e trabalhos. Carlinha, admirei-te. Aprendi muito com você e sentirei falta dos nossos momentos tomando café e comendo pão com manteiga na cozinha do departamento de Ortodontia.

Ao amigo **Renato**. Você chegou na hora certa em Araçatuba. Você, com sua vivência, me ensinou e deu a oportunidade ser mais do que colega de trabalho, um amigo. Obrigado, grande

amigo! Você foi uma das peças primordiais durante o mestrado. Sentirei falta dos nossos momentos escrevendo artigos, discutindo assuntos e rindo muito da vida.

Aos queridos amigos de São José do Rio Preto **Kleber, Tiago e Harlen** por todo momento de descontração, ajuda e colaboração emocional para realização e apresentação deste trabalho.

Aos amigos de Araçatuba **Eder, Ricardo e Arione** pela companhia nos momentos que me senti longe dos meus queridos e pelos momentos de alegria, descontração e trabalho.

Aos meus colegas queridos de pós-graduação, **Eliza, Pâmela, Thais, Daniel, Amália, Juliana, Bruna, Juliana, Douglas, Marcela, Aldieris, Valentim** pelos momentos que passamos juntos em classe e pelos momentos que passamos fora dela.

Aos meus amigos e amigas, **Mirele, Flávio e Luciene** que desde a nossa infância convivemos juntos em Penápolis. Vocês são referências para mim. Mesmo estando separados fisicamente, estamos juntos nas lembranças e feriados prolongados.

Ao **Thales** que sempre me apoiou nos momentos em que a tecnologia foi requisitada. Sempre apareceu com suas opiniões pertinentes. Obrigado meu “quase” cunhado

Ao casal querido de todas as horas, **Lilian e Fernando**. Amigos incondicionais. Mesmo de longe, lá de Dourados, sempre se fizeram presente. Lilian me ajudou na organização das idéias e emoções e o Fernando me inspirou artisticamente em cada passo dessa caminhada.

As amigas **Rosangela (Rose) e Ana** por todos os momentos que passamos juntos. Pelas risadas e pelo colo sempre pronto para me acalantar.

Aos colegas queridos de especialização **Vinicius, Éliton, Wellington, Márcio, Ellen, Marcela, Daniela, Vivian e Daniela** pela amizade e companheirismo e suporte durante as aulas e clínicas.

Aos cirurgiões-dentistas, **Yara, Elvis e Gislaine**, colegas de trabalho. Obrigado por me apoiarem enquanto estive fora da clínica. Como sempre digo a vocês: “Juntos somos mais fortes”. Valeu a força!

As minhas secretárias **Jaqueline, Cedil e Rute** que com muitos esforço e dedicação cuidaram da minha clínica e dos anseios dos nossos pacientes durante minha ausência do consultório.

A **Zeuma**, querida terapeuta, que sempre me encorajou e me ajudou a enxergar meu potencial. Sua ajuda foi muito importante.

Aos meus **pacientes**, que tiveram paciência e tolerância durante a minha ausência da clínica e sem os quais não seria possível realizar o mestrado

Aos professores da Banca de Qualificação: **Prof. Adj. Eduardo César Almada Santos e Prof. Adj. Marcelo Coelho Goiato e Prof. Titular Francisco Antonio Bertoz** pelas observações e toda a ajuda prestada ao longo do curso.

Aos professores da especialização **Francisco Antonio Bertoz, Eduardo Cesar Almada Santos, Suzi e André Pinheiro de Magalhães Bertoz** por entenderem, nesses últimos meses, a minha ausência em algumas aulas, pelo incentivo e por me cooperar com o meu crescimento profissional.

As **bibliotecárias** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba – UNESP, em especial **Ana Cláudia**, pela dedicação, pelos ensinamentos, colaboração e presteza durante todo o período de elaboração deste trabalho.

A Prof^a. **Ana Paula Rosifini Alves Claro** por nos ajudar de tão bom agrado e com extremo profissionalismo na obtenção das imagens de Microscopia de Força Atômica.

Agradeço também a todos àqueles que de alguma forma contribuíram, seja pelo companheirismo ou pelo simples fato de existirem e serem especiais.

Oliveira DTN. Efeito da polimerização e desinfecção na resistência flexural e na topografia de superfície de resina acrílica ativada quimicamente [dissertação]. Araçatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2011.

Resumo Geral

A ação dos produtos desinfetantes sobre as propriedades físico-químicas da resina acrílica norteia sua seleção para a higienização de aparelhos ortodônticos removíveis. Avaliou-se a resistência à fratura de resina acrílica ativada quimicamente após ciclagem em diferentes soluções desinfetantes. Foram confeccionados quarenta corpos de prova com resina acrílica autopolimerizável incolor (Clássico, Ind.&Com.Ltda./Brasil) utilizando-se matriz metálica retangular e circular, seguindo-se às técnicas de polimerização sob pressão úmida (imersão em água/n=20) e sob pressão seca (sem água/n=20) foram subdivididos em 4 grupos (n=5), conforme a solução utilizada para ciclagem: água destilada (Controle), bicarbonato de sódio, hipoclorito de sódio 1% e Corega®Tabs. A ciclagem consistiu em imersão em 100 ml da solução por 10 minutos três vezes ao dia e, em seguida, manutenção em recipiente fechado contendo saliva artificial a 37°C. Este ciclo foi realizado durante 30 dias, trocando-se as soluções e a saliva a cada procedimento executado. Na sequência os espécimes foram submetidos ao ensaio de resistência flexural a três pontos foi utilizada máquina EMIC DL3000, à velocidade de 5mm/min, dispondo-se as amostras em suporte contendo dois apoios de sustentação, sendo aplicada força axial e equidistante aos dois outros pontos até a ruptura do corpo-de-prova. Os espécimes circulares foram levados para leitura em Microscópio de Força Atômica (AFM - V Nanoscope Veeco). Os resultados, submetidos à análise de variância ($P < 0,001$) e o Teste de Tuckey ($P < 0,05$) não apontaram diferenças significantes para a resistência flexural. Conclui-se que os métodos de polimerização e as soluções testadas não modificaram a resistência flexural do material estudado com exceção da análise entre os desinfetantes Corega®Tabs e bicarbonato de sódio; e na análise da topografia de superfície encontrou-se diferenças entre os grupos estudados nesse trabalho.

Palavras-chave: Polimetil Metacrilato. Resistência de Materiais. Desinfecção. Ortodontia

Oliveira DTN. Effect of polymerization and disinfection on the flexural strength and surface topography of acrylic resin [dissertação]. Aracatuba: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista; 2011.

General Abstract

The disinfectant products action on the physicochemical properties of acrylic resin guides its selection to the cleaning of removable orthodontic appliances. The fracture resistance of acrylic resin after cycling in different disinfectant solutions was evaluated. Forty specimens were made with colorless acrylic resin (Clássico, Ind. & Com.Ltda. / Brazil), using matrix, followed by the techniques of polymerization under wet pressure (immersion in water / $n = 20$) and dry pressure (no water / $n = 20$). The samples were divided into 4 groups ($n = 5$) as the solution used for cycling: distilled water (Control), sodium bicarbonate, sodium hypochlorite 1% and Corega®Tabs. The cycling consisted of immersion in 100 ml of solution for 10 minutes three times a day and then maintained in a closed container containing artificial saliva at 37 ° C. These cycles were conducted during 30 days, changing the solutions and artificial saliva for each procedure performed. Latter, the specimens were submitted to surface analysis with Atomic Force Microscope (AFM - Veeco Nanoscope V). A machine, EMIC DL3000, was used for the three-point flexural strength test, speed of 5mm/min, providing the sample in medium containing two restraints support. After that axial force was applied and equidistant to the two other points to the body to break the specimens. The results were submitted to analysis of variance ($P < 0,001$) and Tuckey Test ($P < 0,05$) showed no significant differences in flexural strength test. The Atomic Force Microscopy analysis revealed less topographical roughness for the group Corega®Tabs. We conclude that the polymerization methods and solutions tested did not alter the flexural strength of the material studied except the comparison between the disinfectants Corega®Tabs and sodium bicarbonate; furthermore, there were differences in surface topography on the solutions studied.

Keywords: Polymethyl Methacrylate. Material Resistance. Disinfection. Orthodontics

Lista de Abreviaturas

% =	Porcentagem
< =	Menor
® =	Marca registrada
µm =	Micrômetro
ADA =	American Dental Association
cm =	Centímetros
cm ³ =	centímetros cúbicos
cP =	Centipoise
et al. =	e outros
F =	Força
g =	Gramas
GI =	Grau de liberdade
h =	Hora
Ind. Com. Ltda=	Indústria e Comércio Limitada
ISO =	Organização Internacional de Normatização
min. =	Minuto
ml =	Mililitro
mm =	Milímetro
MMA =	Metilmetacrilato
MPa =	Mega Pascoal
MS =	Média
mS =	Milistokes
n =	Número de corpos de prova para um grupo
nm =	Nanômetro
°C =	Grau Celsius
P =	Significância estatística
PMMA =	Polimetilmetacrilato
SDs =	Desvio padrão
SS =	Intervalo de significância

Lista de Tabelas

Tabela 1 -	Valores médios (desvio padrão) para teste de resistência flexural (MPa)	53
Tabela 2 -	Resultados de análise de variância (ANOVA) para dois fatores	54
Tabela 3 -	Valores médios (SDs) do teste de resistência à flexão (MPa) para cada desinfetante independente do tipo de polimerização	55

Lista de Figuras

Materiais e Método Geral	38
Figura 1 - Matriz metálica retangular	38
Figura 2A - Painel elétrica semi automática	38
Figura 2B - Interior da panela elétrica semi automática	38
Figura 3A - Corpo de prova, vista frontal	39
Figura 3B - Corpo de prova, vista lateral	39
Figura 4A - Grupo água destilada	41
Figura 4B - Grupo hipoclorito de sódio 1%	41
Figura 4C - Grupo bicarbonato de sódio	41
Figura 4D - Grupo Corega®Tabs	41
Figura 5 - Estufa bacteriológica com corpos de prova	41
Figura 6A - Máquina de ensaio mecânico	42
Figura 6B - Máquina de ensaio mecânico aplicando força axial no corpo de prova	42
Figura 7 - Organograma do experimento	43
Figura 8 - Microscópio de força atômica empregando para análise de superfície	45
Capítulo 1	46
Figura 1 - Matriz metálica retangular	50
Figura 2 - Força axial no corpo de prova	51
Capítulo 2	64
Figura 1A - Matriz metálica circular	68
Figura 1B - Vista do corpo de prova circular	68
Figura 2 - Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em bicarbonato de sódio	70
Figura 3 - Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em hipoclorito de sódio 1%	70
Figura 4 - Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em Corega®Tbs	71
Figura 5 - Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em água destilada	71

Sumário

1	Introdução Geral	21
2	Materiais e Método Geral	38
3	Capítulo 1 – Efeito da desinfecção na resistência flexural de resina acrílica ativada quimicamente	46
3.1	Resumo	46
3.2	Abstract	47
3.3	Introdução	48
3.4	Experimento	50
3.5	Resultados e Discussão	52
3.6	Conclusão	58
3.7	Referências	59
4	Capítulo 2 – Efeito da desinfecção na topografia de superfície de resina acrílica ativada quimicamente	64
4.1	Resumo	64
4.2	Abstract	65
4.3	Introdução	66
4.4	Experimento	68
4.5	Resultados e Discussão	70
4.6	Conclusão	75
4.7	Referências	76
	Anexos	79



Introdução Geral

1 Introdução Geral

No século 18 e 19, aparelhos fixos feitos de metais preciosos era o modo mais comum de tratamento ortodôntico. Em 1881, o desenvolvimento da mola Coffin pelo Walter H. Coffin (1853-1916) iniciou o uso de aparelhos removíveis. Pierre Robin (1867-1950) e seu “Monobloco”, publicado em 1902, contribuíram mais tarde para evolução dos aparelhos removíveis.¹

Após a Primeira Guerra Mundial (1914-1918), os aparelhos removíveis progrediram ainda mais. Quando a guerra finalmente terminou, a indústria militar alemã praticamente parou. Neste exato momento eles haviam desenvolvido o aço inoxidável, material foi utilizado com sucesso pela primeira vez em próteses e introduzido no mercado dentário como um moderno e econômico substituto para os metais preciosos previamente utilizados. Este material econômico para a Odontologia e para a Ortodontia chegou na hora certa para a sociedade em mudança, já que as condições sociais e políticas haviam se desenvolvido rapidamente. A classe média e as inferiores ganharam importância política e econômica. Isso se refletiu em seu cuidado com a saúde, incluindo tratamento dentário e ortodôntico.¹

Arthur Martin Schwarz (1887-1963) de Viena, Áustria, apresentou suas placas de expansão em 1936. Isso foi possível graças a seu técnico que havia desenvolvido um moderno parafuso de expansão. Com o uso do parafuso, o tratamento ortodôntico poderia ser executado por qualquer clínico geral sem educação especial ou treinamento.¹

Outros pioneiros dos aparelhos removíveis foram Viggo Andersen (1870-1950) com seu dispositivo elástico e Karl Häupl (1893-1960). Seus métodos de tratamento foram desenvolvidos e aplicados especialmente na Europa Central e na Escandinávia. Ambos tiveram educação em Medicina Geral e Periodontia, desse modo eles colocavam uma grande ênfase nos aspectos médicos dos aparelhos funcionais removíveis.¹

Após 1939, durante a Segunda Guerra Mundial, o desenvolvimento na Ortodontia foi interrompido e adiado. Mas a Segunda Guerra Mundial eventualmente também acabou. A vida havia mudado muito, mas também tinha de continuar.¹

O oficial médico Dr. Peter Bimler retornou em 1946 de um campo britânico de prisioneiros de guerra para a Alemanha. Então, o Dr. Bimler estudou Odontologia num programa especial para médicos e começou praticamente do zero. Peter gastou seu tempo livre para desenvolver seu próprio aparelho ortodôntico, para ser independente dos materiais e preços dos outros. A principal preocupação além do aspecto econômico era a eficiência. Bimler queria combinar a eficiência do tratamento fixo com a segurança dos removíveis. O formato final do Adaptador Oral, “Gebissformer”, foi resultado de vários anos de experiência clínica com diferentes formatos, variações e fios.¹

Até o dia de hoje, o aparelho é utilizado no mundo todo como foi originalmente desenvolvido. Para Bimler, era muito importante que a língua se movesse facilmente e que a fala do paciente não fosse impedida, desse modo eles poderiam usar o aparelho o dia todo, inclusive na escola. Como as crianças geralmente são honestas, às vezes elas confessavam que usavam o aparelho apenas à noite. Apesar disso, alguns anos de experiência e observação clínica foram necessários para confirmar que as crianças estavam corretas; de fato, a observação clínica provou que o período noturno era suficiente para o tratamento. Portanto, o Aparelho Bimler, como logo ficou conhecido, podia oferecer a maior vantagem para o conforto do paciente.¹

O uso do hipoclorito de sódio (NaClO) como desinfetante tem origem no fim do século XVIII com a água de Javelle, uma solução à base de hipocloritos de sódio e potássio.² O uso deste anti-séptico na Medicina foi difundido por DAKIN (1915),³ que utilizava uma solução de hipoclorito de sódio a 0,5% com pH próximo ao neutro.

Barret (1917)⁴ foi um dos pioneiros a utilizar o líquido de Dakin na irrigação endodôntica, e devido às suas propriedades como bactericida, desodorizante, lubrificante e solvente de tecidos, foi prontamente aceito como solução irrigante de canais radiculares por dentistas do mundo todo.^{5,6,7,8,9,10} Apesar de algumas

variações na fórmula terem sido propostas ao longo do tempo, principalmente no que diz respeito à concentração de hipoclorito de sódio presente na solução, o princípio ativo é sempre o mesmo.

Pecora et al. (1999)¹¹ relataram que o hipoclorito de sódio apresenta um equilíbrio dinâmico. Interpretando essas reações químicas, pode-se observar que o hipoclorito de sódio atua como um solvente orgânico e de ácidos graxos degradante, transformando-os em sais de ácido graxo (sabão) e (álcool) de glicerol, que reduz a superfície tensão da solução restante (reação de saponificação). O hipoclorito de sódio neutraliza os ácidos aminados formando água e sal (reação de neutralização). Com a saída de íons hidroxila, há uma redução do pH. O ácido hipocloroso, uma substância presente em solução de hipoclorito de sódio, quando em contato com tecido orgânico atua como um solvente, libera cloro que, combinado com o grupo de proteínas em aminoácidos, as formas cloraminas (reação cloraminação). O ácido hipocloroso (HOCl) e íons hipoclorito (OCl⁻) levam à degradação de aminoácidos e hidrólise. A reação cloraminação entre o cloro e o grupo amino (NH) forma cloraminas que interferem no metabolismo celular. Cloro (oxidante forte) apresenta ação antimicrobiana inibindo enzimas bacterianas conduzindo a uma oxidação irreversível dos grupos SH (grupo sulfidríla) de enzimas bacterianas essenciais. Considerando as propriedades físico-químicas de hipoclorito de sódio quando em contato com tecidos orgânicos, essas reações podem ser verificadas. O hipoclorito de sódio é uma base forte (pH > 11).¹¹

Na concentração de 1%, hipoclorito de sódio apresenta uma tensão superficial igual a 75 dinas / cm³, viscosidade igual a 0,986 cP, 65,5 mS de condutividade, 1,04 g/cm³ de densidade e capacidade de umedecimento igual a 1 h e 27 min. Seu mecanismo de ação antimicrobiano pode ser observado verificando suas características físico-químicas e sua reação com tecido orgânico. Considerando o conhecimento dos processos de pH e atividades isoladas em sítios enzimáticos essenciais, como os da membrana, é esclarecedor o hipoclorito de sódio associado (pH elevado, acima de 11), para os efeitos nocivos biológicos em células bacterianas, a fim de explicar uma parte da sua mecanismo de ação.^{11,12,13}

Estrela et al. (1994),¹⁴ estudaram o efeito biológico do pH na atividade enzimática de bactérias anaeróbias. Como os sites enzimáticos estão localizados na membrana citoplasmática, que é responsável por funções essenciais, como a divisão, metabolismo celular e crescimento, e tomar parte nas últimas fases de formação da parede celular, biossíntese de lipídios, transporte de elétrons e fosforilação oxidativa. Acredita-se que os íons hidroxila do hidróxido de cálcio desenvolve seu mecanismo de ação na membrana citoplasmática. Enzimas extracelulares atuam sobre os nutrientes, carboidratos, proteínas e lipídios, que, através da hidrólise. Intracelular, as enzimas localizadas na atividade respiratória de células atuam na estrutura da parede celular. O gradiente de pH da membrana citoplasmática é alterada pela alta concentração de íons hidroxila do hidróxido de cálcio agindo sobre as proteínas da membrana (desnaturação protéica). O pH elevado (12,5), influenciado pela liberação de íons hidroxila, altera a integridade da membrana citoplasmática através de injúrias químicas de componentes orgânicos e transporte de nutrientes, ou por meio da degradação de fosfolipídios ou ácidos graxos insaturados do citoplasma membrana, observados no processo de peroxidação, que é uma reação de saponificação.¹⁴

O efeito antimicrobiano do hipoclorito de sódio, baseado em seu pH elevado (ação íons hidroxila), é semelhante ao mecanismo de ação do hidróxido de cálcio. O pH elevado de hipoclorito de sódio interfere na integridade da membrana citoplasmática com uma inibição enzimática irreversível, alterações biossintética no metabolismo celular e degradação fosfolipídica observado na peroxidação lipídica. A reação cloraminação aminoácidos formando cloraminas interferem com o metabolismo celular. Oxidação promove inibição enzimática bacteriana irreversível substituição do hidrogênio com cloro. Esta inativação pode ser observado na reação do cloro com grupos amino (NH₂ -) e uma oxidação irreversível dos grupos sulfidrílicos (SH) de enzimas bacterianas (cisteína). Assim, o hipoclorito de sódio apresenta atividade antimicrobiana com ação sobre bactérias essenciais sites promovendo a inativação enzimática irreversível originado por íons hidroxila e ação cloraminação. Dissolução de tecido orgânico pode ser verificada na reação de saponificação, quando se degrada de hipoclorito de sódio de ácidos graxos e lipídios, resultando em sabão e glicerol.^{6,12,15,16}

Os peróxidos alcalinos são agentes químicos mais comercializados para higienização de próteses a base de resina acrílica. Estão disponíveis em forma de pastilhas ou pós que se transformam em soluções alcalinas de peróxido de hidrogênio quando dissolvidos em água. Estes produtos, em geral combinam com detergentes alcalinos como fosfato trissódico para reduzir a tensão superficial, e agentes liberadores de oxigênio, como o perborato ou percarbonato de sódio. As bolhas de oxigênio são supostamente quem exerce o efeito mecânico da limpeza. Podem ser utilizados tanto em próteses totais quanto em próteses parciais removíveis metálicas. Quando utilizados regularmente, desde o início do uso da prótese, parecem ser mais efetivos em placas, manchas e cálculos dentais recém-formados quando a prótese é imersa por várias horas ou por toda noite, pois estes produtos são efetivos quando utilizados num período de 15 a 30 minutos. Os peróxidos alcalinos são eficazes na remoção de manchas, entretanto não são mais eficientes que a escovação com sabão. Se utilizados rotineiramente, esses produtos poderão causar o clareamento da resina acrílica.^{17,18,19}

A resina sintética mais utilizada na Odontologia é uma resina acrílica, o poli (metilmetacrilato) – PMMA.²⁰

As resinas sintéticas são frequentemente chamadas de polímeros. Um polímero é uma substância que, embora tenha estabilidade dimensional no uso normal, apresenta comportamento plástico em alguns estágios da fabricação. As resinas são usualmente polímeros denominados termoplásticos quando amolecem novamente se reaquecidas, e termopolimerizáveis quando se tornam resistentes à deformação após a aplicação.²¹

As resinas acrílicas são derivadas do etileno que contém um grupamento vinílico na sua forma estrutural. Existem pelo menos duas séries de resina acrílica que são de interesse da Odontologia. Uma delas é derivada do ácido acrílico, e a outra deriva-se do ácido metacrílico. Estes dois compostos polimerizam-se por processo chamado de adição, no qual não existe nenhuma mudança na composição da resina durante a polimerização.²²

A composição de uma substância polimérica é costumeiramente descrita em termos de suas unidades estruturais, como pode ser inferido da etimologia do termo polímero, ou seja, muitas partes. A polimerização ocorre através de uma série de reações químicas, nas quais uma macromolécula ou um polímero é formado a partir da união de um grande número de moléculas unitárias, chamadas monômeros. Um grande número de moléculas individuais com baixo peso molecular (meros), de uma ou mais espécies, reagem entre si para formar uma única molécula maior e com alto peso molecular.²⁰

Desde a metade dos anos 40, a maioria das placas-base para dentaduras tem sido confeccionada empregando-se o poli (metilmetacrilato). Tais resinas são polímeros resilientes formados pela junção de múltiplas moléculas de metilmetacrilato.²³

Este sistema é comercializado sob forma de pó e líquido. O pó é o metacrilato de metila, pré-polimerizado, na forma de partículas esféricas muito pequenas, contendo pigmentos corantes, com o iniciador ativo (peróxido de benzoíla). O líquido é o monômero de metacrilato de metila, com adição de um inibidor (hidroquinona). Quando se mistura o pó e o líquido, é produzida uma massa plástica, que pode ser moldadas à forma desejável. A polimerização é acompanhada de aquecimento. Nas resinas ditas de polimerização a frio (quimicamente ativadas) é incorporado ao monômero um ativador do iniciador, geralmente uma amina terciária (dimetil-paratoluidina). Quando o pó e o líquido são misturados, o ativador reage com o iniciador, o qual, por sua vez rompe as ligações insaturadas do monômero, causando assim a polimerização.²⁴

Quando o monômero é polimerizado para formar o poli(metilmetacrilato), a densidade de massa altera-se, resultando em uma contração volumétrica de 21%, este fenômeno é chamado de contração de polimerização. Em resinas pré-polimerizadas essa contração é reduzida significadamente. Próteses totais confeccionadas com resina ativada quimicamente geralmente apresentam melhor adaptação do que aquelas construídas com resinas termoativadas. Este fenômeno pode ser atribuído a uma menor contração térmica e maior grau de cura demonstrada pelas resinas quimicamente pré-polimerizadas. A contração de

processamento tem sido em medida como 0,26% para a resina ativada quimicamente, comparada com 0,53% para a resina termoativada. Outra alteração que pode ocorrer é a presença de porosidades superficiais e volumétricas, que podem comprometer as propriedades físicas, estáticas e higiênicas de uma placa-base processada. Estas regiões porosas, que podem atingir porções espessas de placa-base, resultam da vaporização do monômero não-reagido e de polímero de baixo peso molecular, quando: a) a temperatura de uma resina atinge ou ultrapassa o ponto de ebulição desses compostos; b) quando a mistura não homogênea dos compostos pó/líquido (onde algumas regiões de massa de resina conterão mais monômero que outras); c) incorporação de bolhas de ar durante a mistura da resina, dentre outros fatores.²⁵

A incorporação de moléculas de água seja do ambiente ou do recipiente onde está sendo preparada para dentro da massa polimerizada produz dois importantes efeitos: a ligeira expansão da massa polimerizada e a interferência no entrelaçamento da cadeia polimérica, alterando as características físicas do polímero resultante. Testes laboratoriais indicam que a expansão linear causada por absorção de água é aproximadamente igual à contração térmica encontrada como resultado do processo de polimerização. Por esse motivo, de certa forma esses processos se compensam.²⁶

As placas-base, embora solúveis em uma variedade de solventes e uma pequena quantidade de monômero possa ser liberada, são virtualmente insolúveis nos fluídos encontrados na cavidade oral.²¹

Sempre que alterações são inibidas, o material afetado apresenta tensões internas. Se as tensões são relaxadas, pode ocorrer a distorção resultante caracterizado como empenamento. Este comportamento apresenta importante ramificação na confecção de placas-base, porque pode produzir pequenas fendas na superfície, que podem afetar adversamente as propriedades físicas e estéticas de uma dentadura. Essas trincas ou fissuras consistem na separação mecânica das cadeias de polímeros, na aplicação de tensões externas tradicionais durante o uso, mas podem também ser produzidas como resultado da adição de solvente.²³

A resistência mecânica e química de uma placa-base em si é dependente de vários fatores que incluem composição da resina, técnica de processamento e condições presentes no meio bucal. Talvez o determinante mais importante da resistência total da resina seja o grau de polimerização exibido pelo material. À medida que o grau de polimerização aumenta a resistência da resina também aumenta. Em comparação com resinas termoativadas, os sistemas ativados quimicamente geralmente exigem menores graus de polimerização. Como resultado, as resinas ativadas quimicamente exibem um aumento na quantidade de monômeros residuais e redução nos valores de resistência mecânica e dureza superficial. Apesar dessas características, as resinas termoativadas e ativadas quimicamente possuem módulos de elasticidade similares.²⁰

As resinas utilizadas para placa-base exibem um comportamento viscoelástico, ou seja, esses materiais agem como um sólido borrachóide e quando são submetidos a uma força constante (sustentada), o material exibe uma deflexão ou deformação inicial reversível. Se essa carga não for removida, uma deformação permanente poderá ocorrer com o tempo e denominada creep. Em temperaturas constantes a velocidade de deformação pode ser elevada pelo aumento na temperatura, carga aplicada, monômero residual e presença de plastificadores. Embora as velocidades de deformação para as resinas termoativadas e quimicamente ativadas sejam similares em situações de baixas tensões, a velocidade de flexão para as quimicamente ativadas aumenta mais rapidamente à medida que a força aumenta.²⁷

Uma proporção apropriada monômero/polímero é de fundamental importância na confecção de uma placa-base bem adaptada e com propriedades físicas adequadas. Clinicamente, a polimerização de resina para aparelhos protéticos produz contrações volumétricas resultantes das variações dimensionais que ocorrem durante a síntese do polímero. Cada molécula de metimetacrilato possui um campo elétrico que repele a molécula mais próxima. Conseqüentemente, a distância entre duas moléculas é significativamente maior do que o comprimento de uma ligação carbônica (carbono-carbono). Quando as moléculas são unidas quimicamente, uma nova ligação carbono-carbono é formada. Isto produz uma redução no espaço da

rede ocupado pela nova cadeia polimérica. A polimerização do metilmetacrilato para formar o poli (metilmetacrilato) resulta em uma redução volumétrica de 21% do material, o que poderia criar uma dificuldade significativa na confecção de aparelhos protéticos em resina. No intuito de minimizar a alteração dimensional, os fabricantes de resina pré-polimerizam uma fração de material para aparelhos protéticos o que resulta em uma contração prévia do material. O material pré-polimerizado pode ser misturado a um monômero compatível e a massa resultante é, então polimerizada. A proporção aceitável de polímero/monômero é 3:1 em volume resultado na limitação da contração volumétrica.²¹

Quando o monômero e o polímero são misturados em uma proporção adequada, uma mistura está adequada para ser manipulada. Em descanso, a mistura resultante apresenta 5 estágios distintos: arenoso, fibrilar, plástico, borrachóide e denso. Durante o estágio arenoso, pouca ou nenhuma reação ocorre em nível molecular. As partículas de polímero (chamadas de pérolas) mantêm-se inalteradas e a consistência da mistura pode ser descrita como “áspera” ou “granulada”. Posteriormente, a mistura apresenta um estágio fibrilar. Durante este estágio o monômero reage com a superfície das pérolas poliméricas. Algumas cadeias de polímero são dispersas no monômero no estágio líquido. Essas cadeias poliméricas se desenrolam aumentando, portanto, a viscosidade da mistura. Este estágio é caracterizado pela formação de “fibrilas” ou “grudentas” quando o material é tocado ou separado. Subsequentemente a massa entra em um estágio plástico; sob o ponto de vista molecular ocorre um aumento do número de cadeias poliméricas em solução. Assim, um composto de monômeros e polímeros dissolvidos é formado. Uma grande quantidade de polímeros não-dissolvidos também permanece. Clinicamente, a massa comporta-se como uma massa trabalhável, não aderindo à superfície do recipiente ou espátula. As características físicas e químicas exibidas durante as ultimas fases desse estágio são ideais para a manipulação do material. Após o estágio plástico, a mistura entra em um estágio borrachóide. O monômero é disperso por evaporação e pela penetração nas pérolas poliméricas. Em repouso por um longo período, a mistura torna-se rígida. Isto pode ser atribuído à evaporação do monômero livre, sendo o estágio denominado denso.²⁰

O tempo de trabalho pode ser definido como o tempo em que o material utilizado para a confecção da placa-base permanece no estágio plástico. Esse período é crítico para o sucesso de moldagem. É recomendado que o estado de plasticidade permaneça por pelo menos 5 minutos. O tempo de trabalho é afetado pela temperatura ambiente. Por isso, o tempo de trabalho de resinas ativadas quimicamente pode ser estendido via refrigeração, mas a presença de umidade pode degradar as propriedades físicas e estéticas das resina polimerizada. A contaminação por umidade pode ser evitada pela armazenagem da resina em um recipiente hermeticamente selado.²¹

A reação química que se dá pela união de unidades simples (unidades monoméricas) para formar as cadeias poliméricas características de um polímero, denomina-se polimerização.²⁴

As unidades estruturais geralmente se unem umas as outras por ligações covalentes, para formar a molécula do polímero. As propriedades físicas dos polímeros são grandemente influenciadas por alterações da temperatura, pelo meio, composição química, peso molecular e estrutura de ligações químicas. Em geral, quanto mais alta é a temperatura, mais moles e fracos serão os polímeros resultantes.²⁰

A polimerização pode ocorrer por uma série de reações localizadas gerando subprodutos, ou por reações de adição simples. Se a polimerização ocorre pelo primeiro mecanismo, o processo será conhecido como crescimento por reação em cascata ou polimerização por condensação. Se a polimerização for obtida através de uma reação de adição, acontecerá a polimerização por adição, em que as macromoléculas são formadas a partir de unidades pequenas, ou menores, sem alteração na composição, pois o monômero e polímero possuem as mesmas fórmulas empíricas.²¹

A polimerização pode ser visualizada como uma série de reações em cadeia, com as que ocorrem durante uma explosão. O crescimento da cadeia do polímero termina quando o centro de ativação é bloqueado por um número distinto de reações de terminação. O processo acontece quase sempre de forma instantânea. As

reações são exotérmicas e envolvem consideráveis quantidades de calor. Estruturas moleculares altamente ramificadas podem formar-se através de propagação, a partir de uma unidade de ramificação.²⁰

O processo de polimerização por adição ocorre em quatro estágios: indução, propagação, terminação e transferência de cadeia. Para iniciá-lo, radicais livres devem estar presentes. Estes podem ser gerados pela ativação da molécula de monômero com luz ultravioleta, luz visível, calor ou energia transferida de outro componente que atua como radical livre.²¹

O período de indução ou iniciação é o tempo durante o qual as moléculas do iniciador tornam-se energizadas ou ativadas e passam a transferir sua energia para as moléculas do monômero. Este período é fortemente influenciado pela pureza do monômero. Assim, qualquer impureza presente é capaz de reagir com os grupos ativados podendo aumentar a duração deste período. Quanto maior for a temperatura, mais curto será o período de indução.²⁰

A energia de iniciação para a ativação das unidades moleculares do monômero de metilmetacrilato é de 16.000 a 29.000 calorias por mol, na fase líquida. O processo de polimerização utilizado nas resinas odontológicas é, geralmente, desencadeado por um destes três sistemas de indução: ativação por calor, ativação química e ativação por luz.²⁰

Um tipo de sistema de indução é a ativação química na temperatura ambiente da cavidade oral. Tal sistema consistiu-se de pelo menos dois reagentes que, quando misturados, sofrem uma reação química gerando radicais livres. Durante o armazenamento, esses componentes devem ser mantidos separados uns dos outros; por esta razão, os sistemas de indução química normalmente são constituídos de duas ou três partes. Um exemplo desse sistema é a amina terciária, o ativador, e o peróxido de benzoíla, o iniciador, que são misturados para iniciar a polimerização das resinas quimicamente ativadas. Quando estes dois componentes (ativador e iniciador) são misturados, a amina provoca divisão da molécula de benzoíla em dois radicais livres.²¹

Na reação de propagação, como somente são necessárias 5.000 a 8.000 calorías por mol, uma vez que o crescimento tenha se iniciado, o processo continua com uma velocidade considerável. Teoricamente, a reação em cadeia deve continuar com o aumento do calor produzido até que todos os monômeros tenham se transformado em polímero. Entretanto, a reação de polimerização nunca se completa, passando para o estágio seguinte, chamado de terminação em que a reação em cadeia pode terminar tanto por ligação direta como pela transferência de um átomo de hidrogênio de uma cadeia de crescimento para outra. Em outras palavras, ambas as moléculas tornam-se desativadas pela troca de energia. Apesar da terminação de uma cadeia pode resultar de uma transferência de cadeia, este processo difere das reações de terminações descritas, pois aqui, o estado ativado é transferido se um radical ativado para uma molécula inativa, criando, como consequência, um novo núcleo para o futuro crescimento. Desta forma, uma molécula inativa do monômero pode ser ativada por uma macromolécula em crescimento, de tal maneira que haverá a terminação nesta última. Gera-se assim, um novo núcleo para iniciar o crescimento de uma nova cadeia. Da mesma maneira, uma cadeia na qual já tenha havido o término pode ser reativada e continuar a crescer.²⁰

Nas reações de polimerização por adição, a macromolécula é formada pela polimerização de um mesmo tipo de unidade estrutural inicial (monômero). Para melhorar as propriedades físicas, às vezes é vantajoso usar dois ou mais monômeros quimicamente diferentes como iniciadores da reação. O polímero assim formado ira conter as unidades de todos os monômeros inicialmente presentes. Tal polímero é chamado de copolímero, e o processo para sua formação é conhecido como copolimerização. Em um copolímero, o numero e a posição relativa dos diferentes tipos de unidades (monômeros) pode variar entre as macromoléculas individualmente o e que conferirá propriedades diferentes.^{20,21}

Salahuddun (2001)²⁸ investigaram a contração durante a polimerização de resina acrílica polometilmetacrilato (PMMA) adicionando um composto inorgânico (montimorilinita-MMT) na proporção de 1% pelo peso a um tipo comercial de PMMA para formar o PMMA-MMT composto. Os resultados obtidos indicaram a ocorrência

de um declínio significativo das alterações físicas e retrações lineares entre as amostras de PMMA-MMT composto, comparado com as amostras de PMMA.

A ligação cruzada é utilizada para fornecer um número suficiente de pontes entre as macromoléculas lineares resultando em uma rede tridimensional, que altera a resistência mecânica e química, a solubilidade e a absorção e adsorção de água da resina. O efeito da ligação cruzada nas propriedades físicas da resina varia com a composição química e concentração dos formadores de ligação cruzadas e dos reagentes de polímero. Em certos casos as ligações cruzadas em um polímero com baixo peso molecular podem aumentar a temperatura de transição vítrea, fazendo com que ela se equipare à de um polímero com alto peso molecular. Outros estudos mostram que as ligações cruzadas apresentam pouca influência sobre a resistência à tração, a resistência à flexão e a dureza superficial.²⁰

Os plastificantes são frequentemente adicionados à resina para reduzir sua temperatura de amolecimento ou de fusão. Assim, é possível transformar uma resina normalmente dura e resistente à temperatura ambiente em um estado que se torne flexível e mole pela adição de um plastificante. O plastificante atua neutralizando parcialmente ligações secundárias ou forças intermoleculares que normalmente impedem que as moléculas de resina deslizem umas sobre as outras quanto o material é submetido à tensões externas. Estas tensões podem ser consideradas análogas àquelas do solvente, pois ele também penetra entre as macromoléculas e aumenta o espaço intermolecular. Este tipo de plastificante é chamado de plastificante externo sendo um composto insolúvel e com alta temperatura de ebulição. A plastificação de uma resina também pode ser obtida pela copolimerização com um polímero adequado. Neste caso, o agente plastificante é uma parte do polímero e, assim, age como um plastificante interno. Os plastificantes usualmente reduzem a resistência mecânica, a dureza superficial e o ponto de amolecimento das resinas.²⁰

Com o aumento global na incidência de doenças infecto-contagiosas das mais variadas etiologias, sugere-se a necessidade de adotar mecanismos de controle de microrganismos tanto para o profissional e sua equipe, quanto para o paciente.^{29,30} Sabe-se que uma das formas de promoção desses mecanismos de controle de

microorganismos é a desinfecção. A desinfecção pode ser realizada através de soluções químicas apropriadas. Dessa forma, a solução de desinfecção deve promover além do seu papel de controle dos microorganismos, não causar danos a superfície aplicada e a saúde do indivíduo que faz o uso da mesma.

A Ortodontia se depara com o aumento de pacientes cada vez mais jovens, a procura de correções ortodônticas. No caso de dentição decídua, o aparelho mais indicado é o removível, porém devido à sua facilidade de colocação e remoção, muitas vezes este aparelho pode ser armazenado sem os devidos cuidados, podendo causar danos à saúde bucal do indivíduo. Outra indicação dos aparelhos removíveis é na etapa final do tratamento ortodôntico. Nessa etapa o paciente remove o aparelho fixo que é substituído pelos aparelhos removíveis com a finalidade da contenção dos dentes que foram movimentados durante a correção das suas posições. Assim sendo, o uso desses aparelhos removíveis se faz necessário tanto para a correção de problemas em determinada fase da vida quanto na contenção pós-tratamento ortodôntico fixo.

Os aparelhos ortodônticos removíveis são constituídos de resina acrílica, sendo importante o estudo da influência de microorganismos patogênicos presentes na cavidade bucal na resina acrílica, uma vez que estes aparelhos podem tornar-se nichos bacterianos e leveduras, levando a sérios danos aos tecidos bucais, pois nem sempre o paciente ortodôntico é corretamente instruído para a desinfecção de seus aparelhos ortodônticos.³¹

A escovação adequada dos aparelhos ortodônticos removíveis pode ser uma forma de controle do biofilme que se forma sobre sua superfície. No entanto, em crianças, jovens e idosos, a destreza manual e o cuidado com a higiene, na maior parte das vezes, são fatores que comprometem esse controle.³² Além disso, segundo Diedrich (1998),³³ a escovação é ineficaz para a remoção de microorganismos de áreas retentivas dos aparelhos.

Por esses motivos, o uso de agentes antimicrobianos que interferem no crescimento e metabolismo bacteriano,³⁴ particularmente dos estreptococos do grupo mutans, pode auxiliar no controle do biofilme que se desenvolve na superfície

dos aparelhos ortodônticos removíveis.³⁵ No entanto, os aparelhos ortodônticos removíveis não são desinfetados sistematicamente na prática clínica.

Embora o controle do biofilme dental dos aparelhos removíveis não seja indicado rotineiramente pelos ortodontistas e não haja um protocolo clínico específico, Moshrefi (2002)³⁶ relata que a clorexidina é considerada o antimicrobiano “padrão ouro”, quando comparada aos demais agentes disponíveis no mercado especializado. Apesar de Lessa, em 2007,³⁵ terem evidenciado que o uso da clorexidina pelo pesquisador sob a forma de spray foi eficaz em desinfecção de placas de resina acrílica, não há estudos avaliando a eficácia de protocolos domiciliares sistemáticos de uso de clorexidina, com essa finalidade.

Apesar dos recentes avanços nos materiais e técnicas empregados na Ortodontia como especialidade, a desinfecção dos aparelhos é um assunto que tem recebido pouca atenção por parte dos pesquisadores. O rigor no controle dos níveis dos microorganismos patogênicos na cavidade bucal de pacientes sob tratamento ortodôntico é de fundamental relevância para manutenção da saúde bucal, reduzindo a ocorrência de lesões de manchas brancas ou lesões de cárie com cavitação. Assim, pesquisas analisando a eficácia de diferentes formas de aplicação de agentes antimicrobianos, para controle dos microorganismos cariogênicos sobre as estruturas dentais ou sobre componentes de aparelhos ortodônticos fixos e removíveis, são necessárias.

A esterilização/desinfecção por métodos físicos de aparelhos ortodônticos removíveis é inviável, pois o ponto de ebulição do monômero que compõe a resina acrílica é de 103,3 °C e a temperatura de distorção térmica é relativamente baixa (95°C). Desta forma, a utilização de desinfecção química se faz necessária.^{29,37} Para a desinfecção de aparelhos ortodônticos removíveis, diversos agentes químicos desinfetantes podem ser utilizados. Deve-se, entretanto, conhecer as propriedades importantes dos produtos como seus mecanismos de ação sobre os microorganismos, sua toxicidade para o manipulador e sua ação deletéria para o material a ser desinfetado. A escolha adequada do desinfetante proporciona o sucesso da desinfecção.^{37,38}

Diante da necessidade de compormos um panorama em que a desinfecção seja efetiva, a característica superficial do material utilizado na confecção dos aparelhos removíveis é um fator a ser considerado. A resina acrílica apresenta-se porosa após a sua polimerização. Após o polimento essa superfície mesmo mais lisa, apresenta alguma porosidade que é inerente às propriedades do material. Por este motivo, a solução empregada na desinfecção não poderia interferir aumentando a porosidade da superfície. Desta forma, aliar as propriedades físicas inerente das resinas acrílicas frente ao agente desinfetante torna o processo de desinfecção efetivo no ponto de vista das propriedades físicas.



Materiais e Método geral

2 Materiais e Método Geral

Quarenta corpos de prova de resina acrílica ativada quimicamente foram confeccionados com acrílico autopolimerizável Jet® incolor na proporção de 10 ml do pó para 4 ml do líquido na proporção de 2,5 partes do polímero para 1,0 parte do monômero de acordo com as normas do fabricante (JET®, Clássico, Produtos Odontológicos, São Paulo, SP)



Figura 1 - Matriz metálica retangular



Figura 2A – Painel Elétrica Semi Automática



Figura 2B - Interior da Painel Elétrica Semi Automática

Utilizou-se matriz metálica retangular conforme a especificação n° 12 das normas da American Dental Association (ADA) (Figura 1). que determina que para a realização de testes de resistência à flexão por três pontos em resinas acrílicas os corpos de prova devem ter as seguintes dimensões: 65 mm de comprimento, 10 mm

de largura e 2,5 mm de espessura (Fig. 3A e 3B). Para a obtenção dos corpos de prova foram construídas matrizes metálicas em aço inoxidável de: 67 mm X 12,60 mm X 3,00 mm (Figura 1). Estas medidas foram propositalmente maiores que as exigidas pela A.D.A, a fim de permitir um adequado acabamento, sem comprometer os valores finais de dimensionamento dos corpos de prova, os quais foram avaliados por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo®, Japão).

Subsequentemente, seguindo-se duas técnicas: polimerização sob pressão de 40 libras em imersão em água a 40°C por 20 minutos (n=20) em Painel Elétrico Semi Automático (Metal Vander®, Piracicaba, SP) e polimerização sob pressão de 40 Libras sem água por 20 minutos (n=20) em Painel Elétrico Semi Automático (Metal Vander®, Piracicaba, SP) (Figura 2A e 2B).

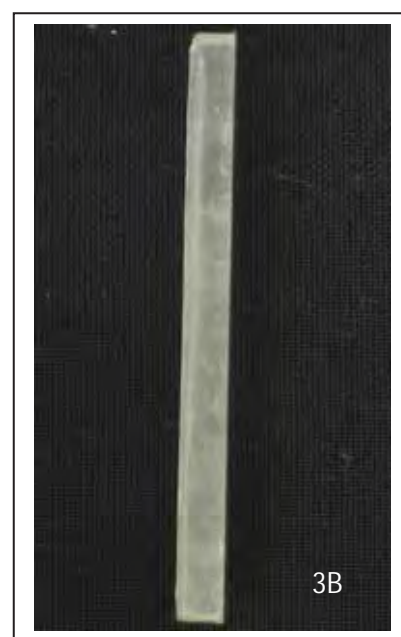
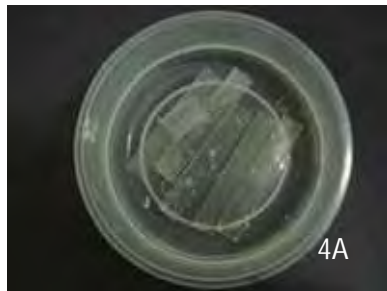


Figura 3A – Corpo de Prova, vista frontal

Figura 3B – – Corpo de Prova, vista lateral

Em seguida, os corpos de prova foram subdivididos em quatro grupos (n=5), conforme a solução desinfetante utilizada para ciclagem: grupo controle (água destilada) (Fig. 4A), grupo bicarbonato de sódio (20 gramas de bicarbonato de sódio diluídos em 200 ml de água destilada) (Fig.4C), grupo hipoclorito de sódio a 1%

(Líquido de Milton, Biodinâmica SA, Iporã, Brasil)) (Fig. 4B) e Grupo Corega®Tabs (GlaxoSmithKline Brasil, Rio de Janeiro, RJ) (Fig. 4D).



Figuras 4A - Grupo água destilada



Figura 4B – Grupo hipoclorito de sódio 1%



Figura 4C – Grupo Bicarbonato de sódio



Figura 4D – Grupo Corega® Tabs

A ciclagem consistiu de imersão do corpo-de-prova em 100 ml da solução por 10 minutos três vezes ao dia e, com exceção da solução de Corega® Tabs que foi de 5 minutos respeitando as normas do fabricante. Em seguida, manutenção em recipiente fechado contendo saliva artificial, a 37°C, em estufa bacteriológica (Figura 5). Este ciclo foi realizado durante 30 dias, tomando-se o cuidado de trocar as soluções e a saliva artificial a cada procedimento executado.



Figura 5 – Estufa bacteriológica com os corpos de prova

Após este período os espécimes foram levados à Máquina de Ensaio Universal EMIC DL3000 (Figura 6A), calibrada em velocidade de 5mm por segundo, para realização do teste mecânico de resistência flexural a três pontos. Para tanto os espécimes foram posicionados sobre suporte metálico contendo dois pontos de sustentação, sendo aplicada força axial e equidistante aos dois outros pontos até a ruptura do corpo-de-prova, sendo registrado o valor necessário para quebra em Newton (N) (Figura 6B). O cálculo da resistência flexural foi determinado pela fórmula $s = \frac{3Fl}{2bh^2}$, onde s corresponde à resistência flexural em MPa, F é a força máxima exercida sobre a amostra em Newtons, l é a distância entre os suportes (em milímetros), b a largura da amostra (em milímetros) e h a altura do corpo de prova (em milímetros).

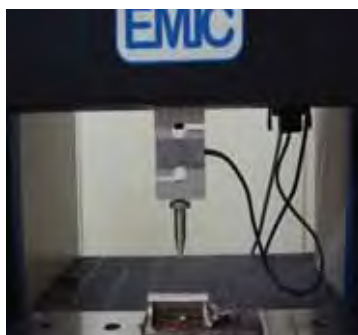


Figura 6A – Máquina de ensaio mecânico

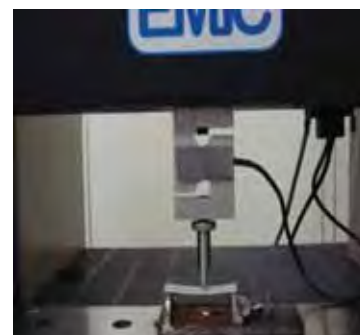


Figura 6B – Máquina de ensaio mecânico aplicando a força axial no corpo de prova

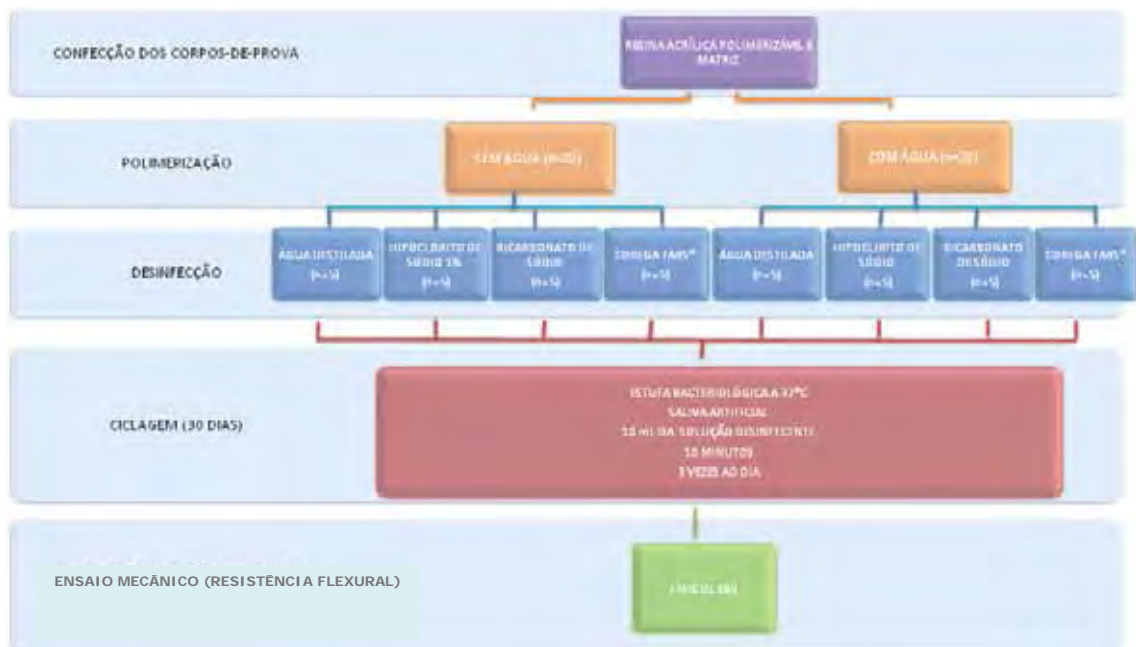


Figura 7 - Organograma do experimento

Confecção dos espécimes para análise em Microscópio de Força Atômica.

Quarenta corpos-de-prova de resina acrílica ativada quimicamente foram confeccionados com acrílico autopolimerizável Jet® incolor na proporção de 10 ml do pó para 4 ml do líquido na proporção de 2,5 partes do polímero para 1,0 parte do monômero de acordo com as normas do fabricante (JET®, Clássico, Produtos Odontológicos, São Paulo, SP) utilizando-se matriz metálica circular

Logo em seguida os espécimes foram polimerizados com a técnica de polimerização sob pressão de 40 Libras sem água por 20 minutos (n=40) em Painel Elétrica Semi Automática (Metal Vander®, Piracicaba, SP).

Subsequentemente, os corpos de prova foram subdivididos em quatro grupos (n=10), conforme a solução desinfetante utilizada para ciclagem: controle (água destilada), bicarbonato de sódio (20 gramas de bicarbonato de sódio diluídos em

200 ml de água destilada), hipoclorito de sódio a 1% (Líquido de Milton, Biodinâmica SA, Ibiporã, Brasil) e Corega®Tabs (GlaxoSmithKline Brasil, Rio de Janeiro, RJ).

A ciclagem consistiu de imersão do corpo de prova em 100 ml da solução por 10 minutos três vezes ao dia e, em seguida, manutenção em recipiente fechado contendo saliva artificial, a 37°C, em estufa bacteriológica. Este ciclo foi realizado durante 30 dias, tomando-se o cuidado de trocar as soluções e a saliva artificial a cada procedimento executado.

Após este período os espécimes foram levados para leitura em Microscópio de Força Atômica (AFM - V Nanoscope Veeco) (Figura. 8). O escaneamento de superfície foi realizado na Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá - Unesp. Durante a análise, o microscópio foi operado no modo de contato sendo utilizado um cantilever V-shape Si₃N₄ (digitalização taxa de 0,5 Hz). Em tal modo operacional, o sistema de resposta do microscópio foi regulado para manter a distância entre a ponta do microscópio e a superfície constante durante a varredura da amostra, e o movimento “z” realizado pelo piezoelétrico cerâmico foi registrado durante a digitalização. Esta técnica de microscopia consiste em monitorar a força entre uma ponta de prova e a superfície da amostra. Existem várias forças de interação entre ponta-amostra. Dependendo do regime de forças envolvido, repulsiva ou atrativa, existem dois modos de operação para a microscopia de força atômica. Num regime de força repulsivo a ponta e amostra estão em contato, por essa razão denominamos modo contato. Devido à delicadeza de amostras biológicas, esse modo de operação pode causar deformações e danos na superfície analisada, uma vez que a força e área envolvidas na medida são pequenas provocando uma grande pressão no local da medida. Assim, no modo não contato não existe um contato físico direto entre ponta e superfície preservando a qualidade dos resultados.



Figura 8 - Microscópio de força atômica empregado para análise da superfície



Capítulo 1

3 Capítulo 1 - Efeito da desinfecção na resistência flexural de resina acrílica ativada quimicamente *

3.1 Resumo

A ação dos produtos desinfetantes sobre as propriedades físico-químicas da resina acrílica norteia sua seleção para a higienização de aparelhos ortodônticos removíveis. Avaliou-se a resistência à fratura de resina acrílica ativada quimicamente após ciclagem em diferentes soluções desinfetantes. Foram confeccionados quarenta corpos-de-prova com resina acrílica autopolimerizável incolor (Clássico, Ind.&Com.Ltda./Brasil) utilizando-se matriz metálica e seguindo-se às técnicas de polimerização sob pressão úmida (imersão em água/n=20) e sob pressão seca (sem água/n=20) foram subdivididos em 4 grupos (n=5), conforme a solução utilizada para ciclagem: água destilada (Controle), bicarbonato de sódio, hipoclorito de sódio 1% e Corega®Tabs. A ciclagem consistiu em imersão em 100 ml da solução por 10 minutos três vezes ao dia e, em seguida, manutenção em recipiente fechado contendo saliva artificial a 37°C. Este ciclo foi realizado durante 30 dias, trocando-se as soluções e a saliva a cada procedimento executado. Na sequência os espécimes foram submetidos ao ensaio de resistência flexural a três pontos. Foi utilizada máquina EMIC DL3000, à velocidade de 5mm/min, dispondo-se as amostras em suporte contendo dois apoios de sustentação, sendo aplicada força axial e equidistante aos dois outros pontos até a ruptura do corpo-de-prova. Os resultados, submetidos à análise de variância ($P < 0,001$) e o Teste de Tuckey ($P < 0,05$), não apontaram diferenças significativas para a resistência flexural. Conclui-se que os métodos de polimerização e as soluções testadas não modificaram a resistência flexural do material estudado com exceção da análise do fator de desinfecção entre os grupos bicarbonato de sódio e Coregas®Tabs.

Palavras-chave: Polimetilmetacrilato. Resistência de Materiais. Desinfecção.

*Normatização segundo a revista Journal of Applied Polymer – Anexo A

3.2 Abstract

The disinfectant products action on the physicochemical properties of acrylic resin guides its selection to the cleaning of removable orthodontic appliances. The fracture resistance of acrylic resin after cycling in different disinfectant solutions was evaluated. Forty specimens were made with colorless acrylic resin (Clássico, Ind. & Com.Ltda. / Brazil), using matrix, followed by the techniques of polymerization under wet pressure (immersion in water / n = 20) and dry pressure (no water / n = 20). The samples were divided into 4 groups (n = 5) as the solution used for cycling: Distilled Water (Control), Sodium Bicarbonate, Sodium Hypochlorite 1% and Corega® Tabs. The cycling consisted of immersion in 100 ml of solution for 10 minutes three times a day and then maintained in a closed container containing artificial saliva at 37 ° C. These cycles were conducted during 30 days, changing the solutions and artificial saliva for each procedure performed. A machine, EMIC DL3000, was used for the three-point flexural strength test, speed of 5mm/min, providing the sample in medium containing two restraints support. After that axial force was applied and equidistant to the two other points to the body to break the specimens. The results were submitted to statistical analysis showed no significant differences in flexural strength test. We conclude that the polymerization methods and solutions tested did not alter the flexural strength of the material studied except the comparison between the disinfectants Corega®Tabs and sodium bicarbonate.

Key words: Polymethyl Methacrylate. Material Resistance. Disinfection.

3.3 Introdução

Os materiais utilizados para confecção dos aparelhos removíveis devem preencher requisitos para que possam atingir adequadamente os objetivos almejados no tratamento ortodôntico, principalmente no que tange à estética, longevidade, resistência mecânica. As resinas acrílicas, ativadas quimicamente ou por calor, constituem o material de escolha para a confecção dos aparelhos removíveis graças as suas características singulares tais como baixo custo, boa adaptação, biocompatibilidade, fácil manipulação e estética satisfatória.^{1,2,3,4}

Desde o início da indicação das resinas acrílicas ativadas quimicamente para a confecção da base de aparelhos ortodônticos, várias técnicas para a manipulação desse material foram introduzidas com o objetivo de melhorar suas propriedades físicas. Basicamente sua manipulação pode se dar de duas formas: técnica por adição amplamente utilizada em Ortodontia, na qual o polímero é saturado pelo monômero aposto sobre o modelo de gesso; técnica de massa, na qual volumes de pó e líquido são proporcionados em pote de vidro e o material é adaptado no modelo na fase plástica.⁵

Após sua polimerização, independente da técnica de polimento utilizada, a resina acrílica ativada quimicamente pode sofrer ação de agentes externos na sua estrutura.⁶ Esses agentes podem ser mecânicos, como o abrasivo dos dentifrícios, ou químicos, como os agentes de limpeza.^{7,8} A limpeza dos aparelhos removíveis com escova de dentes e dentifrício é contra-indicada, em razão dos danos provocados pelas partículas abrasivas sobre a superfície do material, aumentando sua rugosidade e a retenção de biofilme.⁹ Além disso, segundo Diedrich 1989¹⁰, a escovação é ineficaz para a remoção de microrganismos de áreas retentivas dos aparelhos.

Outra forma de se danificar essa estrutura acrílica é a utilização de agentes químicos para a limpeza dos aparelhos removíveis. Essas substâncias contêm em sua formulação agentes que podem danificar e manchar a superfície da resina acrílica, além de promover lixiviação de componentes de baixo peso molecular,

promovendo assim aumento da rugosidade e maior acúmulo de microorganismos sobre o aparelho.^{11,12,13}

No mercado existem pastilhas efervescentes à base de peróxidos alcalinos, indicadas para limpeza das próteses removíveis parciais ou totais.¹⁴ Soluções de hipoclorito de sódio, bicarbonato de sódio entre outras, tiveram sua indicação na história da Prótese¹⁵. Fernandes et al. (2009)² lembra que as soluções desinfetantes devem ser pesquisadas para sua correta indicação ao paciente que faz o uso de próteses confeccionadas a base de resina acrílica.²

Desta forma, um protocolo de limpeza e desinfecção dos aparelhos removíveis confeccionados com resina acrílica ativada quimicamente deveria ser padronizado de especial importância na Ortodontia justificado na necessidade de procedimentos que não provoquem danos à estrutura do material.

O propósito deste trabalho foi avaliar a resistência flexural de resina acrílica ativada quimicamente após a ciclagem em diferentes soluções de limpeza.

3.4 Experimento

Quarenta corpos de prova de resina acrílica ativada quimicamente foram confeccionados com acrílico autopolimerizável Jet® incolor na proporção de 10 ml do pó para 4 ml do líquido na proporção de 2,5 partes do polímero para 1,0 parte do monômero de acordo com as normas do fabricante (JET®, Clássico, Produtos Odontológicos, São Paulo, SP)



Figura 1 - Matriz metálica retangular

Utilizou-se matriz metálica retangular conforme a especificação n° 12 das normas da American Dental Association (ADA) (Figura 1).¹⁶ que determina que para a realização de testes de resistência à flexão por três pontos em resinas acrílicas os corpos de prova devem ter as seguintes dimensões: 65 mm de comprimento, 10 mm de largura e 2,5 mm de espessura (Fig. 3A e 3B). Para a obtenção dos corpos de prova foram construídas matrizes metálicas em aço inoxidável de: 67 mm X 12,60 mm X 3,00 mm (Figura 1). Estas medidas foram propositalmente maiores que as exigidas pela A.D.A, a fim de permitir um adequado acabamento, sem comprometer os valores finais de dimensionamento dos corpos de prova, os quais foram avaliados por meio de um paquímetro digital (Mitutoyo®, Japão).

Os corpos de prova foram confeccionados seguindo-se duas técnicas: polimerização com água sob pressão de 40 libras em imersão em água a 40°C por 20 minutos (n=20) em Panela Elétrica Semi Automática (Metal Vander®, Piracicaba, SP) e polimerização sem água sob pressão de 40 Libras sem água por 20 minutos (n=20) em Panela Elétrica Semi Automática (Metal Vander®, Piracicaba, SP).

Em seguida, os corpos de prova foram subdivididos em quatro grupos (n=5), conforme a solução desinfetante utilizada para ciclagem: Grupo Controle (água destilada) Grupo Bicarbonato de Sódio (20 gramas de bicarbonato de sódio diluídos em 200 ml de água destilada) Grupo Hipoclorito de Sódio a 1% (Líquido de Milton, Biodinâmica SA, Ibiporã, Brasil) e Grupo Corega®Tabs (GlaxoSmithKline Brasil, Rio de Janeiro, RJ).

A ciclagem consistiu na imersão do corpo-de-prova em 100 ml da solução por 10 minutos três vezes ao dia (8, 13 e 20 horas) e, em seguida, manutenção em recipiente fechado contendo saliva artificial, a 37°C, em estufa bacteriológica. Este ciclo foi realizado durante 30 dias, tomando-se o cuidado de trocar as soluções e a saliva artificial a cada procedimento executado

Após este período os espécimes foram levados à Máquina de Ensaio Universal EMIC DL3000, calibrada em velocidade de 5mm por segundo, para realização do teste mecânico de resistência flexural a três pontos. Para tanto os espécimes foram posicionados sobre suporte metálico contendo dois pontos de sustentação, sendo aplicada força axial e equidistante aos dois outros pontos até a ruptura do corpo-de-prova, sendo registrado o valor necessário para quebra em Newton (N) (Figura 2). O cálculo da resistência flexural foi determinado pela fórmula $s = 3Fl/2bh^2$, onde s corresponde à resistência flexural em MPa, F é a carga máxima exercida sobre a amostra em Newtons, l é a distância entre os suportes (em milímetros), b a largura da amostra (em milímetros) e h a altura do corpo de prova (em milímetros).



Figura 2 – Força axial no corpo de prova

3.5 Resultados e Discussão

Diante dos valores de resistência flexural obtidos, foi aplicado o teste de normalidade e constatado que a distribuição testada é normal. Por esta razão, o teste estatístico de eleição da amostragem foi ANOVA

A Tabela 1 apresenta as médias e o desvio padrão dos valores de resistência flexural na interação entre os métodos de polimerização e tipos de agentes de limpeza estudados. Os resultados dessa primeira análise não apresentaram diferenças estatisticamente significantes para os valores de resistência flexural (Tabela 1).

Considerando a possível interação das médias entre os métodos de polimerização e agentes de limpeza, a análise independente entre esses fatores de variação foi executada (Tabela 2).

Tabela 1 - Valores médios (desvio padrão) para o teste de resistência flexural (MPa)

Desinfetantes	Polimerização			
	Com água		Sem água	
Controle	67,31 (9,59)	A	67,99 (7,80)	A
Corega® Tabs	76,59 (11,25)	A	69,18 (2,86)	A
Hipoclorito de sódio 1%	71,09 (8,69)	A	68,55 (7,48)	A
Bicarbonato de sódio	62,58 (5,34)	A	64,08 (3,94)	A

Tabela 2 - Resultados da Análise de Variância (ANOVA) dois fatores

Fatores de Variação	<i>Gl</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P</i>
Polimerização	1	37,675	37,675	0,651	0,426
Desinfetante	3	484,031	161,344	2,789	0,056
Polimerização x desinfetante	3	122,542	40,847	0,706	0,555
Erro	32	1851,345	57,855		
Total	39	2495,593			

* $p < 0,05$ denote diferença estatisticamente significativa.

gl: grau de liberdade, *SS*: Soma dos Quadrados; *MS*: Média dos Quadrados.

Quando analisados os métodos de polimerização e os tipos de agentes de limpeza de forma isolada foi encontrado somente para agentes de limpeza uma pequena diferença. Porém essa diferença apresentou-se no limiar da diferença estatisticamente significativa ($P < 0,001$; ANOVA) (Tabela 2). Por essa razão foi aplicado o teste de Tukey ($P < 0,05$) para analisar de forma independente as médias entre os agentes de limpeza. Os resultados da análise isolada dos tipos de agentes de limpeza demonstraram que a interação entre eles foi estatisticamente significativa ($P < 0,05$; Tukey) (Tabela 3).

Considerando os agentes de limpeza, independentemente do método de polimerização, a solução de bicarbonato apresentou o menor valor, seguida dos valores dos grupos controle e hipoclorito de sódio e, por fim, o maior valor foi expresso pelo grupo Corega®Tabs (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios (SDs) do teste de resistência à flexão (MPa) para cada desinfetante, independente do tipo de polimerização

Desinfetante	Resistência máxima (MPa)
Controle	67,65 (8,25) AB
Corega®Tabs	72,88 (8,67) A
Hipoclorito de sódio 1%	69,82 (7,76) AB
Bicarbonato de sódio	63,33 (4,49) B

Letras maiúsculas diferentes na coluna denotam diferença estatística significativa ($P < 0,05$)

Segundo a Norma 1567 da ISO é necessário um valor mínimo de 65 MPa de resistência flexural nas resinas acrílicas. Os valores de resistência flexural obtidos sob ação de solução de bicarbonato de sódio foram inferiores a esse valor. No entanto, os demais agentes de limpeza utilizados permitiram resistência flexural dentro dos parâmetros exigidos.

No presente estudo o material utilizado para a confecção de todos os corpos de prova foi o polimetilmetacrilato (PMMA), sob forma de esferas de pó e monômero líquido (metilmetacrilato).¹⁵ A maneira como geralmente esses componentes são misturados pode levar à falta de uniformidade na conversão da matriz resinosa, com a presença de monômero residual. Como resultado, pode haver instabilidade da cor da resina e possibilidade de reações alérgicas,¹⁷ além de maior sorção de água,¹⁸ com interferência nas propriedades mecânicas dos polímeros. Assim, falhas dessa mistura podem favorecer o aparecimento de porosidades que, quando presentes na superfície do aparelho, dificultam ou impossibilitam sua limpeza diária adequada, permitindo a retenção de resíduos e o desenvolvimento de microorganismos, os quais podem penetrar e se manter viáveis a uma profundidade que varia de 1 a 2

micrômetros,¹⁹ comportando-se como esponja.²⁰ Segundo Arendorf e Addy (1995)²¹ e Jorge et al. (1987)²², o acrílico do aparelho, mesmo quando adequadamente polido, atua como uma superfície rígida e não descamativa, propiciando à formação de biofilme, o que pode ser considerado um fator adicional para aquisições de estomatites e infecções por fungos na mucosa bucal. A maneira de confeccionar os aparelhos ortodônticos removíveis empregada nesse trabalho foi padronizada, como descrito nos estudos de Sreenivasan et al. (2004)²³ e Auschill et al. (2005)²⁴ e realizada por um único profissional.

Segundo nosso estudo, os métodos de polimerização dos grupos com água e sem água não apresentaram diferenças estatisticamente significantes, o que nos leva a pensar que essa variável, no presente estudo, não atuou de forma imperativa corroborando com os resultados obtidos em que o método de polimerização não foi determinante na alteração da resistência flexural.²⁵

No entanto, nossos resultados contradizem aqueles obtidos por Faltermeier et al. (2007)²⁵ que encontraram diferenças na resistência flexural entre espécimes polimerizados com e sem água o que pode-se inferir que outros fatores como os ambientais podem interagir modificando o resultado.²⁶

As soluções desinfetantes utilizadas nesse estudo foram escolhidas levando-se em consideração relatos na literatura.^{27,28} Escolhemos, desta forma, o hipoclorito de sódio a 1%, bicarbonato de sódio e Corega®Tabs. Outrossim, a água destilada correspondeu a solução controle de desinfecção por ser considerado quimicamente inerte.²⁷

Quanto às pastilhas efervescentes, a sua utilização está recomendada para limpeza de próteses de resinas acrílicas intra e extra-orais.²⁹ Quando essas pastilhas dissolvem em água, se decompõe para formar uma solução de peróxido alcalino. Segundo estudos prévios, o Corega®Tabs atua basicamente por meio do mecanismo de liberação de oxigênio, com objetivo de desprender fragmentos e remover leves manchas.³⁰ Portanto, o uso desses higienizadores de prótese pode provocar a hidrólise e decomposição da resina acrílica polimerizada.³¹ Desse modo,

pode-se pensar que este desprendimento de fragmentos aumentou a porosidade do material mas não interferiu nos valores de resistência flexural.

Em relação ao hipoclorito, outros estudos têm mostrado que sua utilização na higienização de resinas acrílicas para base de próteses totais pode causar clareamento ou branqueamento do material.⁴ Na Ortodontia, como os aparelhos são funcionais e não estão ligados a estética do aparato, levamos em consideração sua interação química com o material estudado.

A solução de armazenagem utilizada foi saliva artificial, que consiste em uma solução que mimetiza a saliva humana. A fórmula da saliva artificial foi elaborada pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, sendo sua composição apresentada: I Cloreto de potássio - 0,96g, Cloreto de sódio - 0,67g, Cloreto de Magnésio - 0,04g, Fosfato de Potássio - 0,27g, Cloreto de Cálcio - 0,12g, Nipagin - 0,01g, Nipasol - 0,1g, Carboxil Metil Celulose - 8g, Sorbitol - 24g e Água purificada q.s.p. - 1000 ml. O meio aquoso proveniente da associação da desinfecção e armazenagem provavelmente intensificou o ganho de água pela resina avaliada. A absorção de água pode afetar a resistência do polímero, agindo como um plastificante, diminuindo as propriedades mecânicas do material³² por reduzir as forças entre as cadeias poliméricas. Anusavice (2003)²⁸ relatou que a água absorvida pelo polimetilmetacrilato exerce um efeito plastificante nas propriedades dimensionais e mecânicas desse material. O polimetilmetacrilato tende a absorver água em seu processo de inibição, de forma que suas estruturas cristalinas processam uma alta energia interna.³³ Apesar da absorção de água ser facilitada pela polaridade das moléculas, o mecanismo primário de ingresso é a difusão, ou seja, migração de uma substância através de um espaço, ou dentro de uma segunda substância. Assim, as moléculas de água penetram na massa do polimetilmetacrilato, permanecendo entre as cadeias do polímero, causando uma separação das mesmas e uma ligeira expansão da massa polimerizada, interferindo no entrelaçamento da cadeia polimérica.³³

Outros autores relataram os efeitos da liberação de monômero e polimerização adicional nas propriedades mecânicas das resinas acrílicas após longo prazo de armazenagem em água.³⁴ Nestes estudos a polimerização adicional

do material substancialmente superou o efeito negativo da absorção de água, aumentando a dureza das resinas avaliadas. No presente estudo os mecanismos de polimerização adicional dos materiais poliméricos pode não ter superado o efeito plastificante da absorção de água e negativo dos desinfetantes, uma vez que a desinfecção, ciclagem e armazenagem foram realizadas no mesmo período.

O tempo de imersão de 10 minutos tanto para a solução de hipoclorito de sódio a 1%, bicarbonato de sódio e água destilada foi protocolada de acordo com os estudos realizados por Pavarina et al. (2003).³⁵ Entretanto, o tempo de 5 minutos para a solução de Corega®Tabs seguiu a recomendação do fabricante. Anusavice (2003)²⁸ lembra que as propriedades da resina acrílica não são alteradas quando os protocolos de desinfecção por imersão são obedecidos.

Os resultados obtidos neste estudo indicaram que não houve diferença significativa entre os desinfetantes e período analisado na resistência flexural das amostras. Goiato em 2010²⁹ ao estudar a ação dos desinfetantes sobre a resina acrílica termicamente ativada também não observou influência da desinfecção sobre a resistência flexural.

Apesar de todas as soluções empregadas neste estudo não apresentarem efeito negativo significativo na propriedade de resistência flexural das amostras, pode-se verificar maior alteração dos valores obtidos para os grupos desinfetados com hipoclorito e bicarbonato (Tabela 3).

Os procedimentos laboratoriais de desinfecção e armazenagem do presente estudo não foram completamente similares aos protocolos de outros estudos, pois poucos são os estudos com resinas acrílicas específicas para aparelhos ortodônticos, além da existência de grande variabilidade entre os protocolos de desinfecção. Além disso, a armazenagem é um processo *in vitro* utilizado para simular a condição clínica. É importante ressaltar que vários fatores podem influenciar a resistência flexural da resina acrílica avaliada, tais como componentes e partículas do meio ambiente¹, porosidade associada a técnica³⁶ e falhas de superfície do material.³⁵

3.6 Conclusão

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos concluímos que os métodos de polimerização não modificaram a resistência flexural do material estudado, como também a solução de bicarbonato de sódio produziu os valores mais baixos de resistência flexural. Os grupos controle e hipoclorito de sódio 1% apresentaram valores de resistência flexural similares e superiores ao grupo bicarbonato de sódio e o grupo Corega®tabs mostrou valores de resistência flexural superior aos demais grupos estudados.

3.7 Referências

1. Raizada, K.; Rani, D. *Contact Lens Anterior Eye* 2007, **30**, 152.
2. Fernandes, A.U.; Portugal, A.; Veloso, L. R.; Goiato, M. C.; Santos, D. M. *Braz Oral Res* 2009, **23**, 263.
3. Fernandes, A. U.; Goiato, M. C.; Dos Santos, D. M. *Cont Lens Anterior Eye* 2010, **33**, 124
4. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1983, **106**, 77
5. Suga, S. S.; Guedes-Pinto, A. C.; Simionato, M. R. L. *Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial* 2005, **10**, 94.
6. Borges, L. H.; Domitti, S. S.; Consani, S. *Rev CROMG* 2000, **6**, 68.
7. Silva, R. J.; Seixas, Z. A. *Int J Dent* 2008, **7**, 125.
8. Requa-Clark, B.J. *Am Dent Assoc*, 1993, **106**, 77
9. Sesma, N.; Takada, K. S.; Laganá, D. C.; Jaeger, R. G.; Azambuja Júnior, N. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 1999, **53**, 463.
10. Diedrich, P. *Fortschr Kieferorthop* 1989, **50**, 231.
11. Budtz-Jorgensen, E. *J Prosthet Dent* 1979, **42**, 619.
12. Asad, T.; Watkinson A. C.; Huggett, R. *Int J Prosthodont* 1993, **6**, 9.
13. Neppelenbroek, K. H.; Pavarina, A. C.; Vergani, C. E.; Giampaolo, E. T. *J Prosthet Dent* 2005, **93**, 171.
14. Tarbet, W.J.; Axelrod, S.; Fratarcangelo, A. *J Prosthet Dent* 1994; **51**, 322.
15. Jagger, D. C.; Harrison, A. *Br Dent J*, 1995; **178**, 413

16. American Dental Association. Specifications nº 12 for denture base polymers. Councils on dental materials and devices, reports of councils and bureaus. *J Am Dent Assoc* 1975; **90**, 39.
17. Eliades, T.; Brantley, W. A. *Eur J Orthodon* 2000, **22**, 13
18. Dogan, A.; Bek, B., Cevik, N. N.; Usanmaz, A. *J Dent* 1995, **23**, 313
19. Davenport, J.C. *Br Dent J* 1972, **133**, 101.
20. Martins-Ortiz, M. F.; Consolaro, A. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2004, **9**, 136.
21. Arendorf, T.; Addy, M. *J Clin Periodontol* 1985, **12**, 360.
22. Jorge, A.O.C.; Almeida, N. Q.; Unterkircher, C.S., Schimizu, M.I. *Rev APCD* 1987, **41**, 308
23. Sreenivasan, P. K.; Mattai, J.; Nabi, N.; Xu, T.; Gaffar, A. *Oral Microbiol Immunol* 2004, **19**, 297.
24. Auchill, T. M.; Hein, M.; Hellwing, E.; Scullean, A.; Arweiler, N. B. *J Clin Periodontol* 2005, **90**, 1015
25. Neisser, M. P., Olivieri, K. A. N. *Rev Fac Odontol São José dos Campos*, 2001, **4**, 35.
26. Faltermeier, A.; Rosentritt, M.; Mussing, D. *Am J Orthid Dentofacial Orthop*, 2007, **131**, 301.
27. Souza, R. F.; Regis, R. R.; Nascimento, C.; Paranhos, H. F. O; Souza, R. F.; Silva-Lavorato, C. H. *Gerodontology*, 2010, **27**, 193.
28. Anusavice, K. J. *Phillips Materiais Dentários*, 10th ed.; Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1998.
29. Goiato, M. C.; Zucolotti, B. C.; Mancuso, D. N.; dos Santos, D. M.; Pellizzer, E. P.; Verri, F. R. *J Craniofac Surg* 2010, **21**, 1270.

30. Oliveira, L. V.; Mesquita, M. F.; Henriques, G. E.; Consani, R. L.; Fragoso, W. S. *J Appl Oral Sci* 2006, **14**, 286.
31. Hong, G.; Murata, H.; Li, Y.; Sadamori, S.; Hamada, T. *J Prosthet Dent* 2009, **101**, 205.
32. Graig, R. G. Aplicação de polímeros. In: *Materiais Dentários Restauradores*, Graig, R. G.; Powers, J. M., Eds., 11nd ed.; Editora Santos: Rio de Janeiro, 2005, p 500.
33. Ergun, G.; Mutlu-Sagesen, L., Ozkan, Y.; Demirel, E. *Dent Mater J* 2005, **24**, 342.
34. Braun, K. O.; Mello, J. A.; Rached, R. N.; Del Bel Cury, A. A. *J Oral Rehabil* 2003, **30**, 91.
35. Pavarina, A. C.; Pizzolitto, A. C.; Machado, A. L.; Vergani, C.E.; Giampolo, E.T. 2003 *J Oral Rehab*, **30**, 532.
36. Canadas, M. D.; Garcia, L. F.; Consani, S.; Pires-de-Souza, F.C. *J Prosthodont*. 2010, **19**, 52.



Capítulo 2

4 Capítulo 2 - Efeito da desinfecção na topografia de superfície de resina acrílica ativada quimicamente *

4.1 Resumo

A ação dos produtos desinfetantes sobre as propriedades físico-químicas da resina acrílica norteia sua seleção para a higienização de aparelhos ortodônticos removíveis. Avaliou-se a resistência a topografia de superfície de resina acrílica ativada quimicamente após ciclagem em diferentes soluções desinfetantes. Foram confeccionados quarenta corpos-de-prova com resina acrílica autopolimerizável incolor (Clássico, Ind.&Com.Ltda./Brasil) utilizando-se matriz metálica circular e seguindo-se à técnica de polimerização sob pressão seca (sem água/n=40) foram subdivididos em 4 grupos (n=10), conforme a solução utilizada para ciclagem: Água destilada (Controle), Bicarbonato de Sódio, Hipoclorito de Sódio 1% e Corega®Tabs. A ciclagem consistiu em imersão em 100 ml da solução por 10 minutos três vezes ao dia e, em seguida, manutenção em recipiente fechado contendo saliva artificial a 37°C. Este ciclo foi realizado durante 30 dias, trocando-se as soluções e a saliva a cada procedimento executado. Na sequência os espécimes foram submetidos à análise da topografia superficial em Microscópio de Força Atômica (AFM - V Nanoscope Veeco). Os resultados revelaram dados topográficos de menor rugosidade para o grupo Corega®Tabs. Conclui-se que os métodos de polimerização não alteraram a topografia de superfície, porém o agente de limpeza Corega®Tabs quando comparado ao grupo controle permitiu os menores valores de rugosidade superficial.

Palavras-chave: Polimetil Metacrilato. Desinfecção. Microscópio de Força Atômica.

*Normatização segundo a revista Journal of Applied Polymer – Anexo A

4.2 Abstract

The disinfectant products action on the physicochemical properties of acrylic resin guides its selection to the cleaning of removable orthodontic appliances. The topography surface of acrylic resin was evaluated after cycling in different disinfectant solutions. Forty specimens were made with colorless acrylic resin (Clássico, Ind. & Com.Ltda. / Brazil), using rounded matrix, followed by the technique of polymerization pressure (no water / n = 40). The samples were divided into 4 groups (n = 10) as the solution used for cycling: Distilled Water (Control), Sodium Bicarbonate, Sodium Hypochlorite 1% and Corega Tabs®. The cycling consisted of immersion in 100 ml of solution for 10 minutes three times a day and then maintained in a closed container containing artificial saliva at 37 ° C. These cycles were conducted during 30 days, changing the solutions and artificial saliva for each procedure performed. Latter, the specimens were submitted to surface analysis with Atomic Force Microscope (AFM - Veeco Nanoscope V). The results revealed less topographical roughness for the group Corega Tabs®. We concluded that the polymerization methods and solutions tested did alter the surface topography on the solutions studied.

Key words: Polymethyl Methacrylate. Material Resistance. Disinfection.

4.1 Introdução

O conhecimento das propriedades físicas do material torna-se importante por parte do profissional para o sucesso de sua confecção, instalação e uso.¹ A rugosidade superficial é uma característica das resinas acrílicas, que está diretamente ligada à longevidade dos aparelhos; quanto menor a rugosidade superficial, maior a sua lisura de superfície e menor a aderência de microorganismos que dificilmente são removidos mecânica ou quimicamente e podem causar patologias aos tecidos que estão em contato com a base de acrílico.^{1,2,3} Assim, a lisura de superfície e manutenção da limpeza da base de resina acrílica dos aparelhos removíveis durante o uso possibilita conforto ao paciente e mantém o equilíbrio fisiológico da região.^{4,5}

Além disso, a alteração das propriedades físicas das resinas acrílicas pela exposição freqüente a substâncias desinfetantes tem sido relatada na literatura.^{6,7,8} Alguns componentes químicos nas formulações dos agentes de limpeza podem levar ao amolecimento e degradação da camada superficial destes materiais.^{8,9} Embora sejam encontrados estudos avaliando o efeito de diferentes soluções desinfetantes nas propriedades físicas de resinas acrílicas ativadas termicamente e associação destas com aderência bacteriana, não foram encontrados estudos com resinas acrílicas específicas para a confecção dos aparelhos ortodônticos.

Além de avaliar as propriedades físicas da resina acrílica ativada quimicamente, a topografia da superfície pode ser analisada lançando-se mão da Microscopia de Força Atômica (MFA).¹⁰ Esse método consiste em escanear a superfície da resina acrílica com a finalidade de obter dados em formato de imagem da topografia de superfície. A topografia pode variar quando a superfície da resina sofre perda de material, ou lixiviação. Desta forma se houve uma maior ou menor perda de material na superfície da resina acrílica, ao se obter as imagens via escaneamento pelo microscópio de força atômica, essa diferença se revelará com uma topografia mais ou menos regular.¹⁰

Desta forma, pelo exposto acima, o escaneamento com MFA é uma ferramenta eficaz na avaliação da topografia de superfície que se faz através da

imagem gerada por esse método de análise. Assim, pode-se mostrar de forma detalhada a condição da superfície dos materiais acrílicos a serem avaliados.

O propósito deste trabalho foi avaliar a influência da desinfecção com diferentes substâncias na topografia de superfície de resina acrílica ativada quimicamente.

4.2 Experimento

Quarenta corpos-de-prova de resina acrílica ativada quimicamente foram confeccionados com acrílico autopolimerizável Jet® incolor na proporção de 10 ml do pó para 4 ml do líquido na proporção de 2,5 partes do polímero para 1,0 parte do monômero de acordo com as normas do fabricante (JET®, Clássico, Produtos Odontológicos, São Paulo, SP) utilizando-se matriz metálica circular.¹¹



Figura 1A – Matriz metálica circular



Figura 1B - Corpo de prova circular

Logo após, os espécimes foram polimerizados seguindo-se à técnica polimerização sem água sob pressão de 40 Libras sem água por 20 minutos (n=40) em Painel Elétrico Semi Automático (Metal Vander®, Piracicaba, SP).

Em seguida, os corpos-de-prova foram subdivididos em quatro grupos (n=10), conforme a solução desinfetante utilizada para ciclagem: Grupo Controle (água destilada), Grupo Bicarbonato de Sódio (20 gramas de bicarbonato de sódio diluídos em 200 ml de água destilada), Grupo Hipoclorito de Sódio a 1% (Líquido de Milton, Biodinâmica SA, Ibioporã, Brasil) e Grupo Corega® Tabs (GlaxoSmithKline Brasil, Rio de Janeiro, RJ).

A ciclagem consistiu de imersão do corpo-de-prova em 100 ml da solução por 10 minutos três vezes ao dia e, em seguida, manutenção em recipiente fechado contendo saliva artificial, a 37°C, em estufa bacteriológica. Este ciclo foi realizado

durante 30 dias, tomando-se o cuidado de trocar as soluções e a saliva artificial a cada procedimento executado.

Após este período os espécimes foram levados para leitura em Microscópio de Força Atômica (AFM - V Nanoscope Veeco). Durante a análise, o microscópio foi operado no modo de contato sendo utilizado um cantilever V-shape Si₃N₄ (digitalização taxa de 0,5 Hz). Em tal modo operacional, o sistema de resposta do microscópio foi regulado para manter a distância entre a ponta do microscópio e as superfícies constante durante a varredura da amostra, e o movimento z realizado pelo piezoelétrico cerâmico foi registrado durante a digitalização. Esta técnica de microscopia consiste em monitorar a força entre uma ponta de prova e a superfície da amostra. Existem várias forças de interação entre ponta-amostra. Dependendo do regime de forças envolvido, repulsiva ou atrativa, existem dois modos de operação para a microscopia de força atômica. Num regime de força repulsivo a ponta e amostra estão em contato, por essa razão denominamos modo contato. Devido à delicadeza de amostras biológicas, esse modo de operação pode causar deformações e danos na superfície analisada, uma vez que a força e área envolvidas na medida são pequenas provocando uma grande pressão no local da medida. Assim, no modo não contato não existe um contato físico direto entre ponta e superfície preservando a qualidade dos resultados.

4.3 Resultados e Discussão

Os resultados obtidos na análise dos espécimes por MFA mostram-se relevantes.

Na Figura 2 observamos a topografia do espécime após ciclagem em solução de bicarbonato de sódio.

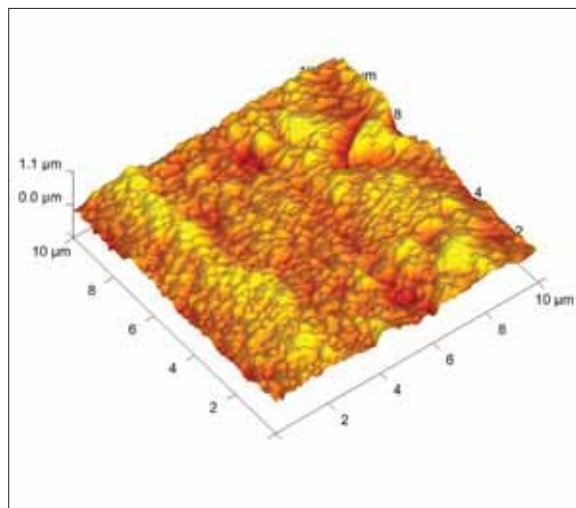


Figura 2 – Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em bicarbonato de sódio

Na Figura 3 observamos a topografia do espécime após ciclagem em solução de hipoclorito de sódio 1%

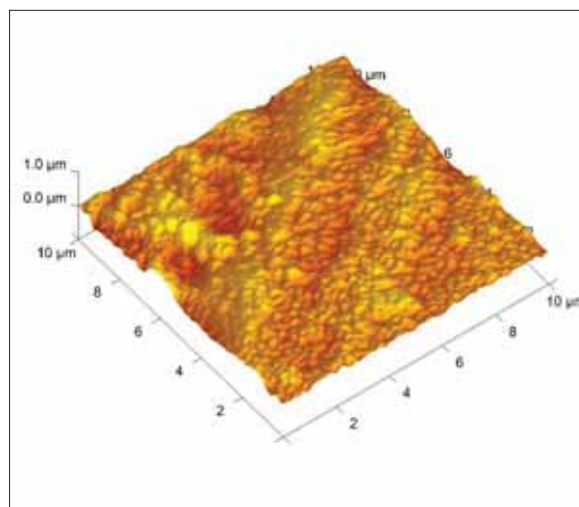


Figura 3 - Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em hipoclorito de sódio 1%

Na Figura 4 observamos a topografia de espécime após ciclagem em solução de Corega®Tabs

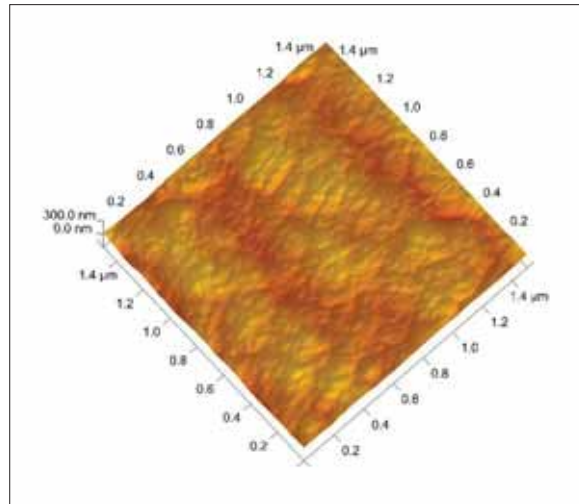


Figura 4 - Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em Corega®Tabs

Na Figura 5 observamos a topografia de espécime após ciclagem em água destilada (Grupo controle)

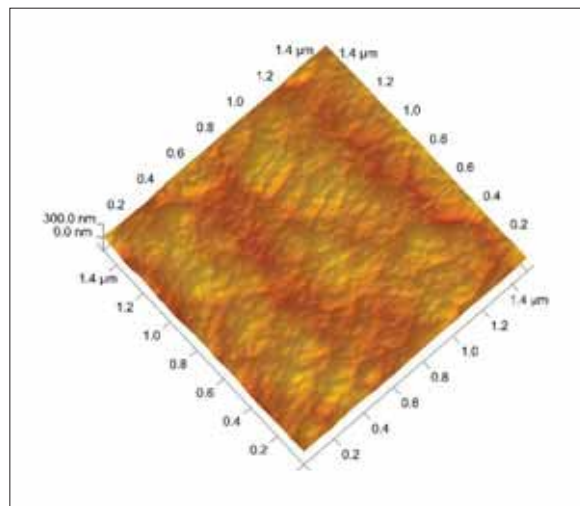


Figura 5 - Imagem da topografia de superfície após a ciclagem em água destilada

Observamos que o grupo Corega®Tabs mostrou-se topograficamente menos rugoso que os outros grupos do presente estudo, exceto se comparado com o grupo

controle. O grupo hipoclorito de sódio a 1% mostrou-se satisfatoriamente com a topografia menos rugosa se comparado com o grupo Bicarbonato.

A topografia superficial é um importante dado que possibilita avaliar a superfície das resinas acrílicas, pois uma área rugosa pode interferir na saúde dos tecidos vizinhos facilitando o acúmulo de bactérias e leveduras e, desta forma, causar danos aos tecidos da boca.¹²

Mudanças topográficas representam outra forma de possíveis danos à base de resina acrílica. Irregularidades e porosidades presentes na superfície das resinas oferecem um nicho favorável para a retenção de manchas e placa microbiana. A rugosidade de superfície é de relevância clínica uma vez que isso pode interferir na formação do biofilme ou tornar a sua remoção mais difícil. Certos produtos químicos são também conhecidos por aumentar a rugosidade.¹³

Sabe-se que a rugosidade de superfície é uma característica dependente da existência de microporosidades.^{14,15} Fato este que ocorreu de forma mais acentuada nos grupos bicarbonato de sódio e hipoclorito de sódio 1% em relação aos grupos Corega®Tabs e controle. Assim, os valores de rugosidade observados para estes grupos, provavelmente podem ser explicados pela diminuição dos valores de microdureza promovido pela maior absorção dos produtos químicos na resina durante o período analisado, resultando em significativas mudanças estruturais no material.

Considerando ainda o método de desinfecção realizado, pode-se inferir que a realização da imersão repetidamente durante o período de armazenagem e ciclagem tenha exercido efeito complementar a remoção de partículas da superfície das resinas acrílicas. Desta forma o período de desinfecção, armazenagem e ciclagem provavelmente interferem na topografia de superfície pela promoção de qualquer processo de degradação do material acarretando no aumento de rugosidade pela formação de poros ou irregularidades superficiais que foram observados em todos os grupos experimentais avaliados em nosso trabalho.

O Microscópio de Força Atômica usado nesta pesquisa é um dos mais modernos aparelhos para analisar os vários padrões de rugosidade. Segundo Silva Junior (2008),¹⁶ ele apresenta a vantagem de não ser necessária nenhuma preparação adicional, permitindo que a amostra sirva de “controle” em vários testes.

Quanto aos valores de rugosidade, segundo a literatura o valor ideal para resinas acrílicas deve ser de 0,2 μm , abaixo do qual nenhuma redução significativa em colonização bacteriana ocorre¹⁷. De acordo com Bollen et al.,¹⁷ a maioria das bactérias mede entre 0,5 a 10 μm , encontrando-se desprotegidas aos procedimentos de limpeza sobre superfícies com rugosidade abaixo desse valor. Neste estudo, o maior valor de rugosidade encontrado foi 1,1 μm . Portanto os métodos de desinfecção apresentaram-se clinicamente desfavoráveis em que encontramos valores de 0,3 μm para o grupo controle, 0,3 μm para o grupo Corega®Tabs, 1,0 μm para o grupo hipoclorito de sódio e 1,1 μm para o grupo bicarbonato de sódio.

Marigo et al. (2001)¹² relataram que um valor de rugosidade superficial das resinas está entre 0,7 e 1,44 μm o que facilitaria o acúmulo de placa. Já Yap et al. (2005)¹⁸ afirmam que quando o valor crítico de rugosidade superficial excede 0,2 μm há adesão bacteriana. No trabalho de Jones, Billington e Pearson (2004),¹⁹ foi observado que uma rugosidade de 0,50 μm já é detectável pelo paciente. Os valores de rugosidade superficial obtidos em nossa pesquisa em todos os grupos variaram de 0,3 μm (grupo controle e Corega®Tabs) a 1,1 μm (bicarbonato de sódio), o que sugere ser perceptível ao paciente, como também susceptível à adesão bacteriana.

Wang (2001)²⁰ afirma que no meio bucal ocorrem interferências de ordem química relacionados aos hábitos da dieta. Por isso, é importante esclarecer que os resultados obtidos nesse estudo foram realizados em laboratório e que estudos clínicos são necessários para comprovação desses dados, pois se sabe que na cavidade bucal, vários outros fenômenos ocorrem simultaneamente.²⁰

Considerando-se os poucos estudos com resinas acrílicas específicas para aparelhos ortodônticos, além da existência de grande variabilidade entre os protocolos de desinfecção, é importante lembrar que vários outros fatores isolados ou associados podem influenciar a topografia de superfície da resina acrílica

avaliada, tais como componentes e partículas do meio ambiente,⁷ porosidade associada com a técnica,¹⁵ falhas de superfície do material.¹⁵ Portanto, estudos adicionais devem ser realizados a fim de avaliar as interações químicas entre as soluções desinfetantes e as resinas acrílicas específicas para aparelhos removíveis ortodônticos.

Clinicamente todas as soluções desinfetantes analisadas neste trabalho mostraram-se desfavorável, pois para todas foi observado que os valores da topografia são maiores que os esperados. Desta forma torna-se necessário a desinfecção dos aparelhos removíveis confeccionados com resina acrílica ativada quimicamente.

4.4 Conclusão

Com base na metodologia empregada e nos resultados obtidos concluiu-se que os maiores valores de rugosidade foram observados nos espécimes submetidos à imersão em bicarbonato de sódio e os menores valores de rugosidade superficial foram observados nos espécimes submetidos a imersão em solução de Corega®Tabs e água destilada.

4.5 Referências

1. Fernandes, A. U.; Goiato M. C.; Dos Santos, D. M. *Cont Lens Anterior Eye* 2009, **32**, 283.
2. Goiato, M. C.; Dos Santos, D. M.; Gennari-Filho, H. G.; Zavanelli, A. C.; Dekon, S. F. C.; Mancuso, D. N. *J Prosthodont* 2009, **18**, 32.
3. Graig, R. G. Aplicação de polímeros. In: *Materiais Dentários Restauradores*, Graig, R. G.; Powers, J. M., Eds., 11nd ed.; Editora Santos: Rio de Janeiro, 2005, p 500.
4. Paranhos, R. M. Z. F.; Batalhão, C. H.; Semprini, M.; Regalo, S. C. H.; Ito, I. Y.; Mattos, M. G. C. *J Appl Oral Sci* 2007, **15**, 33.
5. Goiato, M. C.; Zucolotti, B. C.; Mancuso, D. N.; Dos Santos, D. M.; Pellizzer, E. P.; Verri, F. R. *J Craniofac Surg* 2010, **21**, 1270.
6. Council on Dental Materials, Instruments and Equipment. *J Am Dent Assoc* 1983, **106**, 77.
7. Robinson, J. G.; McCabe, J. F.; Storer, R. *Br Dent J* 1985, **159**, 247
8. Neppelenbroek, K. H.; Pavarina, A. C.; Vergani, C. E.; Giampaolo, E. T. *J Prosthet Dent* 2005, **93**, 171.
9. Asad, T.; Watkinson A. C.; Huggett, R. *Int J Prosthodont* 1993, **6**, 9.
10. Penteado, R. A. P. M. Avaliação da rugosidade superficial e alteração de massa de duas resinas compostas por meio de microscopia de força atômica, Universidade de Taubaté: Taubaté, 2006.
11. Marino, Leila Abdul Carimo. Caracterização microestrutural e topográfica de diferentes tamanhos de superfície em liga de titânio cirúrgica para implantes odontológicos / Leila Abdul Carimo Marino. — Curitiba :Universidade Positivo, 2011. 44 p.: il. Dissertação (mestrado) – Universidade Positivo, 2011.
12. Marigo, L. *Op Dent* 2001, **26**, 562

13. Molinari, J.A.; Schaefer, M. E.; Runnells, R. R. Willians & Wilkins, 1996, 1 ed., 161-175
14. Goiato, M.C.; Souza, J. F.; Santos, D. M.; Moreno, A.; Pesqueira, A. A. *J Appl Oral Sci* 2011. In Press
15. Cucci, A. L.; Vergani, C. E.; Giampaolo, E. T.; Afonso, M.C. *J Prosthet Dent* 1998, **80**, 434
16. Silva Junior, J. G. Mocorscopia de força atômica: uma poderosa ferramenta para eletroquímica e odontologia, Universidade Federal de Alagoas: Maceió, 2006
17. Bollen, C. M. L.; Papaioannou, W.; Van Eldere, J.; Schepers. E.; Quirynen, M.; Van Steenberghe, D. *Clin Oral Implant Res* 1996,**7**, 201
18. Yap, A. U. J. et al. *Oper. Dent.*, 2004, **30**, 99.
19. Jones, C. S.; Billington, R. W.; Pearson, G. J. *Br. Dent. J.*, **196**, 42.
20. Wang, L. Avaliação da resistência à abrasão de resinas compostas “condensáveis” submetida à escovação simulada através da alteração de massa e da rugosidade superficial, Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo: Bauru, 2001.



Anexos

Anexo A - Normas da revista selecionada para publicação dos capítulos - Journal of Applied Polymer Science

Author Guidelines

NIH Public Access Mandate For those interested in the Wiley-Blackwell policy on the NIH Public Access Mandate, please visit our policy statement

Author Services – Online production tracking is now available for your article through Wiley-Blackwell's Author Services. Author Services enables authors to track their article - once it has been accepted - through the production process to publication online and in print. Authors can check the status of their articles online and choose to receive automated emails at key stages of production. The author will receive an email with a unique link that enables them to register and have their article automatically added to the system. Please ensure that a complete email address is provided when submitting the manuscript. Visit <http://authorservices.wiley.com> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Copyright Transfer Agreement

Permission Request Form

Author Guidelines

Polymer Keyword Catalog Wiley's Journal Styles and EndNote

1. In order to speed the editorial evaluation process and reduce times from submission to publication, the Journal of Applied Polymer Science requires web-based submission and peer review. Please note that hard copy manuscripts will no longer be accepted. To submit your manuscript online, please: * Point your browser to <http://mc.manuscriptcentral.com/app>. * To login, enter your User ID and Password into the boxes provided, then click "Log In." If you are unsure about whether or not you have an account, or have forgotten your password, enter your e-mail address into the "Password Help" section to the right of the screen. If you do not have an account, click on the "Create Account" Link at the top right of the screen. Subsequently, to monitor the progress of your manuscript throughout the review process, just login periodically and check your Author Center. * Let the system guide you through the 7-step submission process. Please be sure to pay special attention to instructions given at the top of each page. * **Please note: This journal does not accept Microsoft Word 2007 documents at this time. Please use Word's "Save As" option to save your document to an older (.doc) file type. You will be restricted to uploading the following file types for your text: .rtf, .doc, and for your figures, you will be restricted to file types .tif and .eps. OTHER FILE TYPES ARE NOT SUITABLE FOR PRODUCTION PURPOSES.** The Journal requires separate files for your text, tables, and graphical material. If you submit non-conforming material, this may slow review and publication. * All submissions are kept strictly confidential. Online help is available to you at all times

during the process at support@scholarone.com . You are also able to exit and re-enter the process at any stage before finally "submitting" your work.

2. The Editors desire to receive manuscripts based on original research in any phase of the chemistry or physics of large molecules which have a practical applicability, including analysis and characterization of polymers. It is the preference of the Editors that papers be published in the English language. The author is responsible for the technical aspect of the manuscript, which could be obscured by faulty English. **Note:** Manuscripts that are returned by authors six months after the request for revision from the Editor will be considered as new submissions.

3. Authors should supply up to five (5) keywords or phrases which best characterize the manuscript. To facilitate online searching, the editors of the Wiley polymer journals have compiled a common keyword catalog, available in the first issue of every year and at <http://onlinelibrary.wiley.com/resolve/openurl?genre=journal&issn=0021-8995/keyword.pdf> . At least three of the maximum of five keywords assigned to an article must come from this list.

4. A short synopsis (maximum length 200 words) of the main contributions in the paper is required. This synopsis should be carefully prepared, for it is automatically the source of most abstracts. A short summary of the whole paper, not the conclusions alone, should form the synopsis.

5. The paper should be reasonably subdivided into sections and, if necessary, subsections. Please refer to any issue of this journal for examples.

6. The nomenclature sponsored by the International Union of Pure and Applied Chemistry is requested for chemical compounds. Chemical bonds should be correctly placed, and double bonds clearly indicated. Valence is to be indicated by superscript plus and minus signs. The use of SI units is preferred.

7. References.

Wiley's Journal Styles Are Now in EndNote EndNote is a software product that we recommend to our journal authors to help simplify and streamline the research process. Using EndNote's bibliographic management tools, you can search bibliographic databases, build and organize your reference collection, and then instantly output your bibliography in any Wiley journal style. **Download Reference Style for this Journal:** If you already use EndNote, you can download the reference style for this journal. **How to Order:** To learn more about EndNote, or to purchase your own copy, click here. **Technical Support:** If you need assistance using EndNote, contact endnote@isiresearchsoft.com , or visit www.endnote.com/support .

The references should be numbered consecutively in the order of their appearance and should be complete, including authors' initials and--for unpublished lectures or symposia--the title of the paper, the date, and the name of the sponsoring society. Please compile references at the end of the manuscript. Abbreviations of journal titles should conform to the practices of Chemical Abstracts.

Examples:

1. Olabisi, O.; Robeson, L. M.; Shaw, M. T. Polymer-Polymer Miscibility; Academic Press: New York, 1979.

2. Guilbault, G. G.; Chen, R. F.; Govindjee; Papageorgiou, G.; Rabinowitch, E.; Wehry, E. L. In *Practical Fluorescence*, Guilbault, G. G., Ed.; Marcel Dekker: New York, 1973, Chap. 1.
 3. Hegazy, E. A.; Dessouki, A. M.; El-Assy, N. B.; El-Sawy, N. M.; El-Ghaffar, M. A. A. *J Appl Polym Sci* 1992, 30, 1969.
- 8.** Please supply numbers and titles for all tables. All table columns should have an explanatory heading.
- 9. Figures .** Scaling, cropping, and rotating should be performed in the originating application. We recommend Adobe Photoshop for generating pixel-based graphics and either Adobe Illustrator or Macromedia's Freehand for generating vector-based graphics. Black and white (B/W) line art is either pixel based (typically generated by scanning the image) or vector based (generated using a drawing program such as Freehand or Illustrator). Pixel-based artwork should be supplied in TIFF format and at a resolution of not less than 1,000 dots per square inch (dpi). Vector-based artwork should be supplied as EPS files. B/W halftones should be supplied in TIFF format. The halftone should be provided at the proper resolution. The finished resolution should be at least 300 dpi. Color artwork should be provided as an EPS or TIFF file. Files should be converted from RGB to CMYK. The finished resolution should be at least 300 dpi. Note that these file formats are not acceptable for printing: JPG, GIF, PNG, PCX, XBM, Word, and Excel. We recommend creating your graphics in Photoshop, Illustrator, or Freehand and importing them into your page applications as TIFFs with all fonts included. Do not scan figures as JPEGs and convert to TIFFs. If in doubt about the preparation of illustrations suitable for reproduction, please consult one of the Production Editors (contact information appears at the end of these instructions). Poor quality artwork will lead to delay in publication.
- 10.** Please supply legends for all figures and compile these on a separate sheet.
- 11. Electronic Proofing.** In order to expedite the publication and online posting of articles in Wiley Online Library, the *Journal of Applied Polymer Science* now offers electronic proofing. Corresponding authors will be sent page proofs (and paperwork, such as reprint order forms) in pdf format via e-mail. Please follow the instructions in the e-mail; contact names and numbers are given for questions, problems, or if an author wishes to receive a paper proof. A fax cover form with the Production Editor's information is also provided for authors to fax their corrections.
- 12.** Reprints can be ordered and purchased by filling out the form attached to the proof. This journal does not carry a page charge for contribution.
- 13. Copyright.** No article can be published unless accompanied by a signed publication agreement, which serves as a transfer of copyright from author to publisher. A publication agreement may be obtained from the editor or the publisher. A copy of the publication agreement appears in most issues of the journal. Only original papers will be accepted and copyright in published papers will be vested in the publisher. It is the author's responsibility to obtain written permission to reproduce material that has appeared in another publication. A copy of that agreement, executed and signed by the author, is now required with each manuscript submission. A manuscript cannot be accepted for publication

without the signed agreement. (If the article is a "work made for hire," the agreement must be signed by the employer.)

14. OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available to non-subscribers on publication, or whose funding agency requires grantees to archive the final version of their article. With OnlineOpen, the author, the author's funding agency, or the author's institution pays a fee to ensure that the article is made available to non-subscribers upon publication via Wiley InterScience, as well as deposited in the funding agency's preferred archive. For the full list of terms and conditions, see http://wileyonlinelibrary.com/onlineopen#OnlineOpen_Terms.

Any authors wishing to send their paper OnlineOpen will be required to complete the payment form available from our website at:

<https://wileyonlinelibrary.com/onlineopen>

Prior to acceptance there is no requirement to inform an Editorial Office that you intend to publish your paper OnlineOpen if you do not wish to. All OnlineOpen articles are treated in the same way as any other article. They go through the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

15. Note to NIH Grantees. Pursuant to NIH mandate, Wiley-Blackwell will post the accepted version of contributions authored by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance. This accepted version will be made publicly available 12 months after publication. For further information, see www.wiley.com/go/nihmandate.

ONLINE SUBMISSION

Submissions to the *Journal of Dental Research* are only accepted for consideration via the SAGETrack online manuscript submission site at www.mc.manuscriptcentral.com/jdr. Authors who do not have an active account within the system are required to create a new account by clicking, "Create Account," on the log-in page. The system will prompt the authors through a step by step process to create their account. Once created authors can submit their manuscripts by entering their "Author Center" and clicking the button by "Click Here to Submit a New Manuscript."

If any difficulty is encountered at anytime during the account creation or submission process, authors are encouraged to contact the *Journal of Dental Research* Publications Coordinator, Kourtney Skinner, at kskinner@iadr.org.

MANUSCRIPT REQUIREMENTS BY TYPE

The *Journal of Dental Research* accepts the following types of manuscripts for consideration:

Original Research Reports: These manuscripts are based on clinical, biological, and biomaterials and bioengineering subject matter. Manuscripts submitted as research reports have a limit of 2,700 words (including abstract, introduction, materials, methods results, discussion and acknowledgments; excluding figure legends and references); a total of 4 figures or tables; 30 references; and must contain a 200 word abstract. **Letters to the Editor*:** Letters must include evidence to support a position about the scientific or editorial content of the JDR. Manuscripts submitted as a letter to editor have a limit of 250 words. No figures or tables are permitted.

Guest Editorials/Perspectives*: These manuscripts often relate to a manuscript being published in the journal and represent a clear and substantiated position on issues of interest to the readership community. Guest Editorials are limited to 1,000 words and one figure or table.

Discovery!: Essays that explore creative advances in the oral or dental research, emerging areas of oral health research policy or innovations are considered for the “Discovery!” section of the journal. Manuscripts submitted for “Discovery!” have a limit of 2,500 words, a total of 2 figures or tables, and a limit of 15 references. Manuscripts are to be submitted by invitation only. Questions or inquiries regarding “Discovery!” should be directed to Dr. Marty Taubman, at mtaubman@forsyth.org.

Critical Reviews in Oral Biology & Medicine: These manuscripts should summarize information that is well known and emphasize recent developments over the last three years with a prominent focus on critical issues and concepts that add a sense of excitement to the topic being discussed. Manuscripts are to be submitted by invitation only. Authors interested in submitting to this section must contact the Editor of Critical Reviews in Oral Biology & Medicine, Dr. Dana Graves, at DGraves@iadr.org for submission approval and instructions. Manuscripts submitted as Critical Reviews have a limit of 4,000 words (including abstract, and the main text of the manuscript including acknowledgments; excluding figure legends and references); a total of 6 figures or tables; 60 references; and must contain a 200 word abstract.

Additional Instructions for Critical Reviews:

- It is important to include multiple illustrations or diagrams to enhance clarity. Manuscripts that lack figures or diagrams typically receive a low priority score.
- Summarize important concepts in tables or flow charts or show critical data in the form of figures. NOTE: authors will need to obtain permission to reproduce a previously published figure or table.
- Due to the broad readership, abbreviations commonly recognized in one field may not be readily apparent to those in a different field. Keep abbreviation use to a minimum.
- The cover page, abstract, text, summary, figure legends, and tables should be combined into a single Word document. Figures should be submitted as individual documents according to the format described later under “figure and table requirements.” If the online version is in color and the printed version in black and white, please submit separate files for each version. Figures should be identical except in color or grayscale.
- When revisions are requested for Critical Reviews, authors are required to distinguish changes in the manuscript by underlining or highlighting modified or added text.
- **To view examples of recent Critical Reviews in the *Journal*, please click the following links:** <http://jdr.iadrjournals.org/cgi/content/full/86/9/800> or <http://jdr.iadrjournals.org/cgi/content/full/85/7/584>

***Brief responses to Letters to the Editor or Guest Editorials will be solicited for concurrent publication.**

All submissions must include a title page and be accompanied by a cover letter and list of suggested reviewers. Cover letters should certify the research is original, not under publication consideration elsewhere, and free of conflict of interest. Title pages should include: abstract word count, total word count (Abstract to Acknowledgements), total number of tables/figures, and number of references.

Please submit the names and email addresses of four preferred reviewers when prompted by the SAGETrack system. Preferred reviewers cannot be colleagues at the contributors' institution or present or former collaborators.

TITLES

A total of 90 characters (including spaces) for Research Reports, or 75 characters (including spaces) for Critical Reviews, Discovery! and Editorials is allowed. Titles do not normally include numbers, acronyms, abbreviations or punctuation. They should include sufficient detail for indexing purposes but be general enough for readers outside the field to appreciate what the paper is about.

ACKNOWLEDGEMENTS & CONFLICTS OF INTEREST

Authors are required to report all sources of support for their project or study, including but not limited to: grant funds, commercial sources, funds from a contributors' institution. Research support, consultancies and funds paid directly to investigators must also be listed. Any perceived or actual conflicts of interest need to be identified in the acknowledgments section.

FIGURE AND TABLE REQUIREMENTS

All digitized images submitted with the final revision of the manuscript must be of high quality and have resolutions of at least 300 dpi. Figures submitted to the *Journal of Dental Research* should be uploaded as an EPS, JPEG or TIFF file. The *Journal* does not accept figures submitted embedded in Word documents (.doc, .docx), Powerpoint (.ppt, .pptx) or PDF files. Manuscripts will be returned to authors to be put into the requested file type.

The cost of color figures in the print version will be borne by the authors. Rates for color reproduction are \$300 per initial page of color and \$150 for each additional page of color. However, there are no charges for figures and diagrams printed in black and white. Color figures may be included in the online version of *JDR* with no extra charges.

REFERENCES

Citations should be arranged in alphabetical order by last name of the first author without numbering. When citing a reference in the text, provide attribution for the subject under discussion. "*et al.*" should be used when the cited work is by three or more contributors. When the cited work is by two contributors, use both surnames separated by "and." When citing multiple references by the same author(s) in the same year, use "a," "b," etc. (e.g., Jones, 1980b). Multiple references should be listed in chronological order of publication, separated by semi-colons. Avoid using abstracts as references.

When citing a Web site, list the authors and title if known, then the URL, include the date it was accessed in parentheses. Include among the reference papers accepted but not yet published; designate the journal and add "in press." Information from manuscripts submitted but not yet accepted should be cited in the text as "unpublished observations" in parentheses. The references must be

verified by the author(s) against the original documents and checked for correspondence between references cited in the text and listed in the “References” section.

“Unpublished observations” and “personal communications” may be inserted into and cited in the text with written permission from the correspondents, but are not to be used as references.

For examples of reference citation formats, please click [here](#).

SUPPLEMENTAL FILES

Additional supporting methods and/or data may be referenced as a supplemental appendix for publication online only. All supplemental appendix files must be submitted with the manuscript for review. Supplemental files may include additional figures or tables that exceed the Journal’s limit.

For additional information on formatting manuscripts please click [here](#) to be directed to a detailed description of required manuscript components.

Language Editing: Manuscripts submitted for publication consideration should be written in English. Prior to submission, if a manuscript would benefit from professional editing, authors may consider using a language-editing service. Suggestions for this type of service can be found at www.iadr.org/EditingServices. The *Journal of Dental Research* does not take responsibility for, or endorse these services, and their use has no bearing on acceptance of a manuscript for publication.

GENERAL INFORMATION FOR AUTHORS SUBMITTING A MANUSCRIPT PRIOR PUBLICATION

Manuscripts submitted to the *Journal of Dental Research* are accepted for consideration giving the understanding that it contains original material that has not been submitted for publication or has been previously published elsewhere. Any form of publication other than an abstract only constitutes prior publication.

ICJME COMPLIANCE STATEMENT

Manuscript submission guidelines for the *Journal of Dental Research* follow the “Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals” set forth by the International Committee of Medical Journal Editors (ICJME). For additional information please visit the ICMJE web site at <http://www.icmje.org/>.

CONSORT 2010 CHECKLIST COMPLETION RANDOMIZED CLINICAL TRIALS POLICY

Manuscripts reporting a randomized clinical trial should follow the CONSORT guidelines. Click [here](#) to download the CONSORT checklist. The completed checklist should be uploaded to the SAGETrack system as a supplemental file.

Clinical Trial Registration:

The *Journal of Dental Research* encourages authors to register their clinical trials in a public trials registry. Authors of manuscripts describing such studies are asked to submit the name of the registry and the study registration number prior to publication. Clinical trial registration numbers are to be included at the end of the manuscript abstract. In accordance with the ICJME “Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals,” clinical trials will only be considered for publication in *JDR* if they are registered.

INSTITUTIONAL REVIEW BOARD AND WRITTEN INFORMED CONSENT

For protocols involving the use of human subjects, authors should indicate in their Methods section that subjects' rights have been protected by an appropriate Institutional Review Board and written informed consent was granted from all subjects. When laboratory animals are used, indicate the level of institutional review and assurance that the protocol ensured humane practices.

PUBLIC GENE DATA

Prior to submission, the *Journal of Dental Research* asks that novel gene sequences be deposited in a public database and the accession number provided to the *Journal*. Authors may want to use the following *Journal* approved databases:

GenBank: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/submit.html>

EMBL: <http://www.ebi.ac.uk/embl/Submission/index.html>

DDBJ: <http://www.ddbj.nig.ac.jp/sub-e/html>

Manuscript submissions including microarray data should include the information recommended by the MIAME guidelines in their submission, and/or identify the submission details for the experiments details to one of the publicly available databases such as ArrayExpress or GEO.

OPEN ACCESS COMPLIANCE STATEMENT

Effective April 7, 2008 the National Institutes of Health (NIH) Revised Policy on Enhancing Public Access to Archived Publications Resulting from NIH-Funded Research (Public Access Policy) requires all studies funded by NIH to submit or have submitted for them their final peer-reviewed manuscript upon acceptance for publication to the National Library of Medicine's PubMed Central (PMC) to be made publicly available no later than 12 months after the official date of publication. The *Journal of Dental Research* adheres to the Washington DC Principles for Free Access to Science and makes all content available after 12 months. Only final, copyedited manuscripts are uploaded.

Manuscripts by authors whose work is funded by the Wellcome Trust will be released from access control immediately upon publication. Members of the IADR/AADR will be invoiced \$3,800; non-Members will be billed \$4,300 for this immediate access. No separate page or color charges will be assessed.

DEFINITION OF CONTRIBUTORSHIP IN *JDR*

As stated in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals, put forth by the ICJME, the *Journal* considers the following as an accurate definition of contributorship:

Contributors Listed in Acknowledgments

All contributors who do not meet the criteria for authorship should be listed in an acknowledgments section. Examples of those who might be acknowledged include a person who provided purely technical help, writing assistance, or a department chairperson who provided only general support. Editors should ask corresponding authors to declare whether they had assistance with study design, data collection, data analysis, or manuscript preparation. If such assistance was available, the authors should disclose the identity of the individuals who provided this assistance and the entity that supported it in the published article. Financial and material support should also be acknowledged.

Groups of persons who have contributed materially to the paper but whose contributions do not justify authorship may be listed under such headings as "clinical investigators" or "participating investigators,"

and their function or contribution should be described—for example, “served as scientific advisors,” “critically reviewed the study proposal,” “collected data,” or “provided and cared for study patients.” Because readers may infer their endorsement of the data and conclusions, these persons must give written permission to be acknowledged.

CONTRIBUTOR FORMS

All rights to manuscripts will be transferred to the *Journal of Dental Research* upon submission. Submission of a manuscript will constitute each author’s agreement that the Journal holds all propriety rights in the manuscript submitted, including all copyrights. Upon acceptance, contributors will be asked to sign a formal transfer of copyright.

Please note that the *Journal of Dental Research* secures completed contributor forms electronically via the SAGETrack online submission and review system. It is important to provide a valid e-mail address for all co-authors listed at the time of submission. In the instance of manuscript acceptance for publication in the *Journal*, these e-mail addresses will be used to distribute the contributor forms to co-authors.

Without the completion of the contributor forms for all co-authors listed, accepted manuscripts cannot continue into production, delaying publication.

CHARGES ASSOCIATED WITH PUBLICATION

Page Charges

There is a charge of \$40 (U.S.) for every printed page in the *Journal of Dental Research*. There is a charge of \$25 (U.S.) for every electronic page in a Web appendix. You will receive an invoice with your page proofs.

Color Figure Charges

The cost of color figures in the print version will be borne by the authors. Rates for color reproduction are \$300 per initial page of color and \$150 for each additional page of color. However, there are no charges for figures and diagrams printed in black and white. Color figures may be included in the online version of *JDR* with no extra charges.

Reprint Charges

Reprints can be ordered for material printed in the *Journal of Dental Research* and online only appendices. Quantities of reprints can be purchased with the reprint order form sent with page proofs to the contributors. Pre-payment is required for reprints. Visa, MasterCard, American Express and check are all acceptable forms of payment. Authors must pay for color figures in reprints. Reprints will be mailed from 6 to 8 weeks after the article appears in the *Journal*. To contact SAGE for additional information or to order reprints, [click here](#).

Anexo B – Lista de Referências da Introdução Geral

1. Bimler, B. *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial* 2004, **9**, 18
2. Pucci, F. M. *Med Quirurgica* 1945, **2**, 344.
3. Dakin, H. D. *Br Med J* 1915, **2**, 318.
4. Barret, M. T. *Dent Cosmos* 1917, **59**, 446.
5. Baumgartner, J. C.; Cuenin, P. R. *J Endod* 1992, **18**, 605.
6. Grossman, L. I.; Meiman, B. W. *J Am Dent Assoc* 1941, **28**, 223.
7. Jeansonne, M. J.; White, R. R. *J Endod* 1994, **20**, 276.
8. Ohara, P.; Torabinejad, M.; Kettering, J. D. *Endod Dent Traumatol* 1993, **9**, 95.
9. Shih, M.; Marshall F. J.; Rosen, S. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1970, **29**, 613.
10. Türkün, M.; Cengiz, T. *Int Endod J.*, 1997, **30**, 335.
11. Pecora, J. D.; Sousa Neto, M. D.; Estrela, C. Soluções irrigadoras auxiliares do preparo do canal radicular. In *Endodontia: princípios biológicos e mecânicos*, Estrela, C.; Figueiredo, J. A. P., Eds.; Artes Médicas: São Paulo, 1999. p 552.
12. Barbin, E. L. *Estudo in vitro do efeito da adição de lauril dietilenoglicol éter sulfato de sódio nas soluções hipoclorito de sódio sobre suas propriedades físico-químicas anteriores e posteriores à dissolução do tecido pulpar bovino*, Universidade de São Paulo: Ribeirão Preto, 1999.
13. Estrela, C.; Sydney, G. B.; Bammann, L. L.; Felipe Júnior, O. *Braz Dent J* 1995, **6**, 85.
14. Estrela, C.; Sydney, G. B.; Bammann, L. L.; Fellipe Júnior, O. *Rev Fac Odontol Bauru* 1994, **2**, 31.

15. Santos, T. C. *Estudo in vitro do efeito do aumento da temperatura nas soluções de hipoclorito de sódio sobre suas propriedades físico-químicas anteriores e posteriores à dissolução do tecido pulpar bovino*, Universidade de São Paulo: Ribeirão Preto, 1999.
16. Spanó, J. C. E.; Barbin, E. L.; Santos T. C.; Guimarães, L. F.; Pécora, J. D. *Braz Dent J* 2001, **12**, 154.
17. Paranhos, H. F. O.; Malachias, A.; Pardini, L. C. *Rev Fac Odontol Lins* 1991, **4**, 19.
18. Budtz-Jorgensen, E. *J Prosthet Dent* 1979, **42**, 619.
19. Jagger, D. C.; Harrison, A. *Br Dent J* 1995, **178**, 413.
20. Phillips, R. W. *Skinner Materiais Dentários*, 9th ed.; Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1993.
21. Anusavice, K. J. *Phillips Materiais Dentários*, 10th ed.; Guanabara Koogan: Rio de Janeiro, 1998.
22. Chaing, B. K. P. *J Dent* 1984, **12**, 203.
23. Sun, S. F. *Physical chemistry of macromolecules: basic principles and issues*, New York: John Wiley, 1994
24. O'Brien, W. J.; Ryge, G. *Materiais Dentários*; Editora Internacional: Rio de Janeiro, 1981, p. 69.
25. Monsénégo, P.; Baszkin, A.; Costa, M. L.; Lejoyeaous, J. *J Prosthet Dent* 1989, **62**, 308.
26. Takamata, T.; Setcos, J. C.; Phillips, R. W.; Boone, M. E. *J Am Dent Assoc* 1989, **119**, 271.
27. Tulachka, G. J.; Moser, J. B. *J Prosthet Dent*, 1989, **61**, 695.
28. Salahuddin, N.; Shehata, M. *Polumer* 2001, **42**, 8379.

29. Asad, T.; Watkinson A. C.; Huggett, R. *Int J Prosthodont* 1993, **6**, 9.
30. Silva, C. R. G.; Jorge, A. O. C. *Pesqui Odontol Bras* 2002, **16**, 107.
31. Rego, M. R. M.; Kitahara, F. M. F.; Santiago, L. C. *Cienc Odontol Bras* 2005, **8**, 92.
32. Dills, S. S.; Olshan, A. M.; Goldner, S.; Brogdon, C. J *Prosthet Dent* 1988, **60**, 467.
33. Diedrich, P. *Fortschr Kieferorthop* 1989, **50**, 231.
34. Twetman, S. *Caries Res* 2004, **38**, 223.
35. Lessa, F. C.; Enoki, C.; Faria, G.; Matsumoto, M. A.; Nelson-Filho, P. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007, **131**, 705.
36. Moshrefi, A. *J West Soc Periodontol Periodontal Abstr* 2002, **50**, 5.
37. Rodrigues, E. A.; Reis, R. F.; Camargo, R. W. *Odontol Mod* 1994, **21**, 11.
38. Buffara, W.; Portella, M. Q. *Ortodontia* 2000, **33**, 77.