



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

JOEL OLIVEIRA BARRETO

**EFEITO DO USO CONTÍNUO DE UM PROTOCOLO DE POLIMENTO
MECÂNICO NO CONTROLE DAS ALTERAÇÕES DE SUPERFÍCIE EM DENTES
ARTIFICIAIS DE RESINA ACRÍLICA**



2017

JOEL OLIVEIRA BARRETO

**EFEITO DO USO CONTÍNUO DE UM PROTOCOLO DE POLIMENTO
MECÂNICO NO CONTROLE DAS ALTERAÇÕES DE SUPERFÍCIE EM DENTES
ARTIFICIAIS DE RESINA ACRÍLICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Rocha Regis

FORTALEZA – CE

2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- B263e Barreto, Joel Oliveira.
EFEITO DO USO CONTÍNUO DE UM PROTOCOLO DE POLIMENTO MECÂNICO NO
CONTROLE DAS ALTERAÇÕES DE SUPERFÍCIE EM DENTES ARTIFICIAIS DE RESINA
ACRÍLICA / Joel Oliveira Barreto. – 2017.
54 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e
Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Romulo Rocha Regis.

1. Prótese dentária. 2. Dente artificial. 3. Propriedades de superfície. 4. Polimento dentário. 5.
Biofilmes. I. Título.

CDD 617.6

JOEL OLIVEIRA BARRETO

EFEITO DO USO CONTÍNUO DE UM PROTOCOLO DE POLIMENTO
MECÂNICO NO CONTROLE DAS ALTERAÇÕES DE SUPERFÍCIE EM DENTES
ARTIFICIAIS DE RESINA ACRÍLICA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Odontologia.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Rocha Regis

Aprovada em 20, 02, 17

BANCA EXAMINADORA



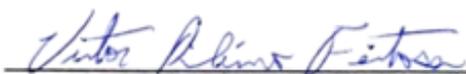
Prof. Dr. Rômulo Rocha Regis

Universidade Federal do Ceará – UFC



Prof.ª Dr.ª Gislaire Cristina Padovani

Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza – FAMETRO



Prof. Dr. Victor Pinheiro Feitosa

Universidade Federal do Ceará – UFC

Dedicatória

A **Deus** e à **Nossa Senhora de Fátima**, pela proteção às pessoas que eu mais amo.

À minha mãe, **Fernanda**, ao meu pai, **Francisco**, pelo esforço, empenho e confiança em tornar realidade meu sonho, pois, mesmo com todas as adversidades, continuaram firmes e fortes. Vocês são meus exemplos de vida. Amo vocês!

Ao meu irmão **Ramon**, pela companhia alegre e despretensiosa, minimizando a saudade dos pais. Obrigado pelo carinho e momentos de alegria. Amo você irmão.

À minha namorada **Anne**, pela grande parceria pessoal, sempre imprescindível para superação de momentos difíceis. Por compreender minhas ausências para realizar este trabalho, por entender meu cansaço e, mesmo assim, me apoiar e me incentivar. Te amo.

Agradecimento Especial

Ao meu orientador, **Prof. Dr. Rômulo Rocha Régis**, pela atenção, dedicação, paciência e esmero em ensinar, tornando essa caminhada menos sinuosa, repleta de ensinamentos científicos e pessoais. Obrigado pela confiança, pelas oportunidades, carinho e momentos de alegria. A você, meu querido orientador, todo meu respeito e admiração. Com você, aprendi a profissão de mestre e, também, cresci como pessoa.

Agradecimentos

À família da minha namorada, em especial, seus pais, **Valnize** e **Glécio**, que me acolheram como um filho, sempre dispostos a contribuir, tornado meu sonho viável.

Ao **Prof. Dr. Wagner Negreiros**, **Prof. Dr. Victor Feitosa**, **Prof. Dr. João Esmeraldo**, **Prof. Dr. Cássio Pontes**, **Prof^ª. Dr^a. Karina Matthes** e **Prof. Ms. Guilherme Timóteo**, pelos quais tenho profunda admiração; pelos ensinamentos transmitidos, exemplo de vida pessoal e profissional, e pelas palavras de carinho e cuidado, sempre presentes.

Aos meus companheiros de Mestrado **Diego Martins**, **Maria Elisa**, **Felipe Marçal**, **Marcelo Sidou**, **Felipe Ramirez**, **Nara Sena** e **Luan Cartaxo**. Em especial, à **Flávia Jucá**, pela firmeza, respeito e admiração, pelos momentos de estudos e dificuldades compartilhados, pelos sentimentos de altruísmo, cuidado e companheirismo.

Aos meus primos, primas, tios e tia, principalmente **Tia Graça** e **Tio Vicente**, por fazerem parte da minha vida, por todo apoio, incentivo, paciência e carinho.

Aos meus avós, **Marlene**, **Antônio** e **Teresinha** (*in memorian*), por acreditarem em meu trabalho, pelo apoio, carinho, incentivo e paciência.

À **Universidade Federal do Ceará**, pelo ambiente acadêmico oferecido, viabilizando e contribuindo para esta conquista.

Aos **funcionários do Programa de Pós-graduação em Odontologia**, pela convivência e auxílios prestados durante o período do Mestrado.

À Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FORP – USP) e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, na pessoa da **Prof^ª. Dr^a. Cláudia Helena Silva-Lovato**, pela oportunidade de desenvolver parte desta pesquisa sob sua orientação.

Aos funcionários do Departamento de Materiais Dentários e Prótese da FORP-USP, principalmente à **Viviane de Cássia Oliveira**, ao **Edson Volta** e ao **Hermano Teixeira**, por todo auxílio prestado.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela concessão da minha bolsa de Mestrado.

E a todos que, de alguma forma, direta ou indiretamente, contribuíram para este trabalho, meus sinceros e carinhosos agradecimentos.

RESUMO

A resina acrílica é um material amplamente utilizado na confecção de próteses dentárias. Entretanto, apesar de suas inúmeras vantagens, está sujeita às alterações de propriedades, como cor e rugosidade de superfície, ao longo do período de uso pelos pacientes. Com o intuito de minimizar essas alterações, aumentando a longevidade e o desempenho clínico, procedimentos de polimento são realizados nas superfícies das próteses dentárias, tornando-as menos susceptíveis à ação de agentes, como líquidos alimentares e soluções higienizadoras, dentre outros. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito de um protocolo de polimento mecânico realizado de forma frequente na rugosidade de superfície, estabilidade de cor, adesão de biofilme e massa de dentes artificiais em resina acrílica. Sessenta incisivos centrais superiores foram divididos em dois grupos, de acordo com o líquido de imersão (n=30): água destilada e café; e estes, subdivididos em três subgrupos (n=10): A – apenas imersão; B – imersão associada ao polimento quinzenal; C – imersão associada ao polimento mensal. O polimento mecânico foi realizado por meio de pasta à base de óxido de alumínio e roda de feltro acoplada a um motor manual em uma rotação de 3000 rpm, em intervalos de tempo simulando 15 e 30 dias de consumo diário de café. Rugosidade de superfície, cor e massa dos dentes artificiais foram avaliadas antes das intervenções e após intervalos simulados de 4, 8, 12 e 24 meses. Ao final, foi avaliado o padrão de adesão de biofilme misto de *Candida albicans* e *Streptococcus mutans*, em todos os grupos. Após imersão em café, os dentes artificiais apresentaram um aumento significativo nos valores de rugosidade e massa. A diferença de coloração observada nesse grupo foi significativamente maior que a ocorrida no grupo imerso em água. O polimento testado reduziu a rugosidade de superfície do material e controlou o manchamento causado pelo café, sem causar perda relevante de massa, sendo o polimento quinzenal mais efetivo que o mensal em controlar essas alterações. Também, a adesão de biofilme foi significativamente reduzida após os polimentos nos grupos imersos em café, sendo o polimento quinzenal mais efetivo em controlar a maior adesão de biofilme provocada pela imersão na solução alimentar testada. O polimento testado, quando realizado de forma frequente, reduz as alterações sofridas pelos dentes artificiais submetidos à imersão em café, sendo a frequência quinzenal mais efetiva no controle das alterações nas propriedades avaliadas neste estudo.

Palavras-chave: prótese dentária, dente artificial, propriedades de superfície, cor, polimento dentário, biofilmes.

ABSTRACT

Acrylic resin is widely used for prosthodontics fabrication. Despite its many advantages, some changes in properties such as color stability and surface roughness can occur over the period of its use by the patients. In order to minimize those modifications, polishing procedures can be performed on the prosthesis' surface, increasing its longevity and clinical performance and making them less susceptible to the action of external agents such as alimentary liquids and cleaning solutions. The aim is to evaluate the effect of a mechanical polishing protocol performed regularly in biofilm adhesion, surface roughness, color stability and mass of acrylic resin artificial teeth. Sixty upper central incisors were divided into two groups according to the immersion liquid (n=30) - distilled water and coffee; and these two groups subdivided into three subgroups (n = 10): A - only immersion; B – immersion associated with a fortnightly polishing; C – immersion associated with a monthly polishing. Mechanical polishing was performed using an aluminium oxide polishing paste and wheel of felt coupled to a manual engine at 3000 rpm for 5 seconds, at intervals of time simulating 15 and 30 days of daily consumption of coffee. Surface roughness, color and weight of the artificial teeth were evaluated before and after the interventions in intervals simulating 4, 8, 12 and 24 months. After this, it was assessed the adhesion of a *Candida albicans* and *Streptococcus mutans* biofilm in all groups. **Results:** After immersion in coffee, the specimens showed a significant increase in surface roughness and weight. The color changes observed for this group was significantly greater when compared with the group immersed in water. The tested polishing procedure reduced the roughness of the material and controlled the stains caused by coffee without losing mass, being the fortnightly frequency more effective than the monthly in controlling these changes. Also, the adhesion of biofilm was significantly reduced in the groups immersed in coffee after the polishing, being the fortnightly the most effective in controlling the amount of biofilm. **Conclusion:** When performed regularly, the mechanical polishing tested reduces the changes suffered by artificial teeth subjected to immersion in coffee, being the fortnightly frequency more effective in controlling the changes in the properties evaluated in this study.

Keywords: dental prosthesis, artificial tooth, surface properties, color, dental polishing, biofilms.

SUMÁRIO

Introdução Geral.....	10
Proposição.....	14
Objetivo Geral.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Capítulo.....	16
Conclusão Geral.....	39
Referências.....	41
Anexo A: Normas para submissão de artigos na <i>Journal of Oral Rehabilitation</i>	43



Introdução Geral

1. INTRODUÇÃO

O edentulismo é definido como a perda parcial ou total dos dentes naturais, representando uma importante questão de saúde pública, tendo em vista sua alta prevalência no âmbito global, comprometendo diretamente as funções do sistema estomatognático, como mastigação, fala e deglutição, impactando negativamente a nutrição e a aparência facial, gerando amplos efeitos sociais (TYOVOLAS et al., 2016). A taxa de perda dental vem diminuindo, apesar disso, o aumento na expectativa de vida da população tem contribuído para a manutenção de uma proporção significativa de indivíduos desdentados (BRASIL 2011). A reabilitação oral de pacientes com perda total ou parcial de dentes pode ter diferentes modalidades protéticas fixas ou removíveis, ou, ainda, sobre dentes ou implantes. Contrapondo-se à evolução da ciência odontológica por meio da utilização de implantes osseointegráveis, grande parte do tratamento ainda é realizada com próteses totais e parciais removíveis (BRASIL, 2011).

A resina acrílica é um material polimérico amplamente utilizado na Odontologia, especialmente na confecção de diferentes tipos de dispositivos protéticos, como placas oclusais estabilizadoras, próteses parciais e totais removíveis convencionais, sobre implantes e maxilo-faciais (KUHAR e FUNDUK et al., 2005; AL-RIFAIY, 2010), sendo o principal material que compõe as bases protéticas e os dentes artificiais. Em relação aos dentes artificiais, os mais utilizados são os de resina acrílica, por apresentarem inúmeras vantagens, como melhor absorção de forças mastigatórias, ajuste oclusal mais fácil e adesão superior à resina acrílica da base das próteses dentárias, quando comparados a dentes artificiais de porcelana (KAWANO et al., 2002). No entanto, apresentam uma baixa resistência à abrasão e baixa estabilidade de cor, o que pode levar ao desequilíbrio oclusal e problemas estéticos (GHAZAL et al., 2008). Essas mesmas características podem justificar o uso da resina acrílica na base de próteses dentárias, as quais devem preservar sua integridade física e propriedades mecânicas, ser impermeável aos fluidos orais e resistir à ação e ao crescimento de microrganismos (SPENCER e GARRIAEFF 1949; BERGER et al., 2006).

O desempenho clínico e a longevidade desse material são dependentes da manutenção de propriedades ao longo do seu tempo de uso clínico, como a lisura da superfície, a dureza, a estabilidade da cor, dentre outras (CAMPANHA et al., 2005; HOLLIS et al., 2015; NEPPELENBROEK et al., 2015; POLICASTRO et al., 2016). O padrão de rugosidade de superfície, por exemplo, tem efeito direto sobre o grau de pigmentação de agentes extrínsecos, absorção de líquidos (HOLLIS et al., 2015; NEPPELENBROEK et al., 2015), além de alterar

significativamente a adesão de biofilme microbiano (JACKSON et al., 2014). Superfícies mais lisas e brilhantes afetam diretamente a percepção da cor, sendo essa diferença significativa entre os limiares de perceptibilidade e de aceitabilidade para as resinas acrílicas na base de prótese (REN et al., 2015). Dependendo do grau de alteração dessas propriedades, os aparelhos protéticos terão seu tempo de uso reduzido por prejuízos estéticos e funcionais, bem como por dificultar o controle de higienização por seus usuários.

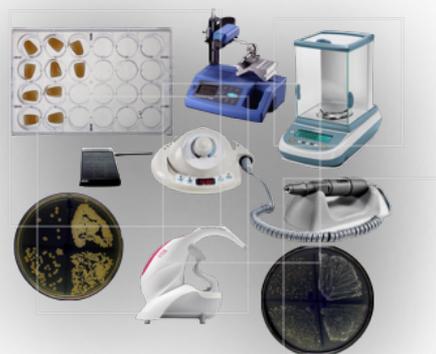
Os métodos de higienização da prótese, como a remoção mecânica de detritos por meio do uso de escovas e dentífricio, ou imersão em soluções químicas de ação solvente, detergente e antimicrobiana, como o hipoclorito de sódio, usados isoladamente ou em associação, têm o potencial de degradar a superfície protética (PARANHOS et al., 2013; POLICASTRO et al., 2016). Alterações nas características do material podem ser causadas por líquidos alimentares, como café, chá, refrigerante, vinho e sucos, interferindo no grau de solubilidade dos polímeros, dependendo de fatores como pH, polaridade dos líquidos, tempo de contato com o material e presença de pigmentos específicos (HOLLIS et al., 2015; NEPPELENBROEK et al., 2015). Essas soluções atuam através do processo de absorção/adsorção, em que, ao absorver água, há um efeito plastificante na superfície, formação de microfissuras e degradação estrutural ao longo do tempo (GULLER et al., 2005; HOLLIS et al., 2015; NEPPELENBROEK et al., 2015). A água absorvida pode ser encontrada livre entre as cadeias poliméricas ou ligada a elas por ligações de hidrogênio, sendo responsável pela hidrólise de ligações éster e deterioração gradual da sua estrutura, ao longo do tempo (YIU et al., 2004). A instabilidade química e a oxidação das matrizes poliméricas são fatores intrínsecos ao material, que também participam do processo de alterar características de superfície (SINGH e AGGARWAL 2012). Também, os diferentes tipos de escovas e cremes dentais utilizados na higienização das próteses podem alterar a superfície dos materiais através da abrasão e da atrição geradas durante a escovação, modificando inevitavelmente a rugosidade da superfície, independentemente da forma como foi polida e do grau de lisura inicial (POLICASTRO et al., 2016).

Nas próteses dentárias, melhorias nas características de rugosidade e energia de superfícies podem ser alcançadas por meio de procedimentos de polimento (RAHAL et al., 2004; AL-RIFAIY, 2010; RUTKŪNAS et al. 2010; SATPATHY et al., 2013; AL-KHERAIF, 2014; GUNGOR et al., 2014), os quais tornam a superfície protética mais homogênea, melhorando o conforto do paciente (RAHAL et al., 2004), facilitando a higienização, reduzindo, assim, o acúmulo de microrganismos (SATPATHY et al., 2013; GUNGOR et al., 2014) e o risco de desenvolvimento de infecções devido à presença de biofilme (SATPATHY et al., 2013), considerando que a higienização da prótese dentária pode não conseguir remover,

com eficiência, os microrganismos das microporosidades na superfície (BUDTZ-JORGENSEN et al., 1979). O polimento tem, ainda, o potencial de promover um efeito benéfico na manutenção das características relacionadas à cor da resina acrílica (RUTKŪNAS et al., 2010), favorecendo a estética. Assim, nos procedimentos reabilitadores na cavidade bucal, é ideal que a superfície das próteses apresente-se adequadamente lisa e polida, para sua maior longevidade.

O polimento dos aparelhos protéticos pode ser realizado por meio de processos mecânicos ou químicos. A técnica de polimento químico consiste, por exemplo, em imergir a prótese em um polidor químico, contendo o monômero aquecido a 75°C, por dez segundos (AL-RIFAIY, 2010). O polimento mecânico utiliza produtos com diferentes níveis de abrasividade, contendo partículas de diferentes tamanhos e granulação, para produzir um desgaste controlado da superfície, removendo irregularidades grosseiras (RUTKŪNAS et al., 2010), como rodas de polimento, cones de feltro, pontas de borracha e silicone acoplados a motores elétricos, associando-os a agentes de polimento, como as pastas impregnadas por óxidos, pedra-pomes, dentre outras, para alcançar lisura e brilho final da superfície (POWERS e WATAHA, 2012; AL-KHERAIF, 2014 e GUNGOR et al., 2014). Maior eficiência é atribuída ao polimento mecânico em aspectos como melhoria no padrão de rugosidade de superfície e redução da absorção de água e solubilidade da resina acrílica, dentre outros, quando comparado com o polimento químico (RAHAL et al., 2004; AL-RIFAIY, 2010; AL-KHERAIF, 2014).

O efeito de diferentes protocolos de polimento na manutenção das propriedades de superfície de resina acrílica ou na remoção de manchas, por exemplo, tem sido investigado quando realizados antes ou após a exposição do material a diversas situações experimentais (RAHAL et al., 2004; KUHAR e FUNDUK, 2005; BERGER et al., 2006; AL-RIFAIY, 2010; SATPATHY et al., 2013; AL-KHERAIF, 2014; GUNGOR et al., 2014). No entanto, na maioria dos estudos, um único polimento mecânico ou químico era realizado. Diante das alterações que as próteses dentárias sofrem durante seu período de uso e dos efeitos benéficos dos procedimentos de polimento, um protocolo que pudesse ser realizado de forma mais frequente, com mínimo potencial abrasivo, através de uma técnica simples a ser realizada pelo próprio paciente por meio de dispositivos portáteis, como uma escova elétrica de higiene bucal, poderia oferecer maiores benefícios, interferindo no processo de degradação esperado no material. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar *in vitro* o efeito de um protocolo de polimento mecânico proposto realizado em diferentes períodos (quinzenal e mensal) nas propriedades da rugosidade de superfície, na estabilidade de cor, na alteração de massa e no padrão de formação de biofilme, em dentes artificiais de resina acrílica.



Proposição

2. PROPOSIÇÃO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar *in vitro* o efeito de um protocolo de polimento mecânico proposto realizado em diferentes períodos (quinzenal e mensal) nas propriedades de superfície, na alteração de massa e no padrão de formação de biofilme, em dentes artificiais de resina acrílica.

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar:

- os efeitos da imersão em água destilada e café na estabilidade de cor, massa e rugosidade de superfície;
- a influência de um protocolo de polimento mecânico frequente no padrão de estabilidade de cor e rugosidade de superfície;
- as possíveis alterações de massa provocadas pelo polimento mecânico testado;
- o padrão de adesão de biofilme misto de *Streptococcus mutans* e *Candida albicans*, após imersão nos líquidos e regimes de polimento testados.



Capítulo

3. CAPÍTULO

Esta dissertação está baseada no Artigo 46 do Regimento Interno do Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Ceará, que regulamenta o formato alternativo para dissertações de Mestrado e teses de Doutorado, e permite a inserção de artigos científicos de autoria ou coautoria do candidato. Por não se tratar de pesquisa envolvendo seres humanos, o projeto de pesquisa deste trabalho não foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa de Seres Humanos. Assim sendo, esta dissertação é composta de um capítulo que contém um artigo científico que será submetido para publicação no periódico “Journal of Oral Rehabilitation” (Anexo A), sob o título **“Efeito do uso contínuo de um protocolo de polimento mecânico no controle das alterações de superfície em dentes artificiais de resina acrílica”**.

TÍTULO: Efeito do uso contínuo de um protocolo de polimento mecânico no controle das alterações de superfície em dentes artificiais de resina acrílica.

TÍTULO CURTO: Polimento mecânico frequente para próteses dentárias.

CATEGORIA DO ARTIGO: Pesquisa original.

AUTORES:

Joel O Barreto^a; Flávia JA Silva^a; Viviane de Cássia Oliveira^b; Cláudia H Silva-Lovato^b; Paulo GB Silva^a; Romulo R Regis^a.

^aDepartamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza – Brasil

^bDepartamento de Materiais Dentários e Prótese. Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto – Brasil.

CORRESPONDÊNCIA:

MD, Joel Oliveira Barreto. Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem. Universidade Federal do Ceará. Rua Alexandre Baraúna 949, Rodolfo Teófilo – Fortaleza – Ceará – Brazil – 60430-160 – E-mail: joel-barreto@hotmail.com.

RESUMO

Introdução: O polimento de um material à base de resina acrílica é importante para minimizar possíveis alterações que surjam ao longo do uso, aumentando seu desempenho clínico. **Objetivos:** Avaliar o efeito de um protocolo de polimento mecânico frequente na rugosidade de superfície, estabilidade de cor, adesão de biofilme e massa de dentes artificiais em resina acrílica. **Métodos:** Sessenta incisivos centrais superiores foram divididos em dois grupos, de acordo com o líquido de imersão: água destilada e café; e estes, subdivididos em três subgrupos (n=10): A – apenas imersão; B – associação com polimento quinzenal; C – associação com polimento mensal. O polimento foi realizado por meio de pasta de polimento e roda de feltro acoplada a um motor manual (3000 rpm), em intervalos de tempo simulando 15 e 30 dias de consumo diário de café. As propriedades foram avaliadas antes e após intervalos simulados de 4, 8, 12 e 24 meses das exposições. Ao final, foi avaliado o padrão de adesão de biofilme misto de *Candida albicans* e *Streptococcus mutans*, em todos os grupos. **Resultados:** A imersão em café levou a um aumento significativo nos valores de rugosidade e massa. A diferença de coloração observada foi significativamente maior que a ocorrida no grupo imerso em água. O polimento testado reduziu a rugosidade de superfície e controlou o manchamento causado pelo café, sem causar perda relevante de massa, sendo o polimento quinzenal mais efetivo que o mensal em controlar essas alterações. A adesão de biofilme foi significativamente reduzida, após os polimentos nos grupos imersos em café, sendo o polimento quinzenal mais efetivo em controlar a maior adesão de biofilme provocada por essa pela imersão. **Conclusão:** O polimento testado, quando realizado de forma frequente, reduz as alterações sofridas pelos dentes artificiais submetidos à imersão em café, sendo a frequência quinzenal mais efetiva no controle dessas alterações.

Palavras-chave: prótese dentária, dente artificial, propriedades de superfície, cor, polimento dentário, biofilmes.

INTRODUÇÃO

A resina acrílica é um material polimérico amplamente utilizado na Odontologia, especialmente na confecção de diferentes tipos de dispositivos protéticos, como placas oclusais estabilizadoras, próteses parciais e totais removíveis convencionais, sobre implantes e maxilo-faciais (1,2), sendo o principal material que compõe as bases protéticas e os dentes artificiais. Nesse contexto, os dentes artificiais de resina acrílica são os mais utilizados por apresentarem inúmeras vantagens, como melhor absorção de forças mastigatórias, ajuste oclusal mais fácil e adesão superior à resina acrílica da base das próteses dentárias, quando comparados a dentes artificiais de porcelana (3). No entanto, apresentam uma baixa resistência à abrasão e baixa estabilidade de cor, o que pode levar ao desequilíbrio oclusal e problemas estéticos (4).

Durante o tempo de utilização dessas próteses pelos pacientes, diversas condições, como escovação, mastigação, uso de soluções higienizadoras e líquidos alimentares, dentre outras, podem degradar a superfície dos dentes artificiais de resina acrílica, promovendo alterações em propriedades importantes, como cor e rugosidade de superfície (5-7). Dependendo do grau de alteração dessas propriedades, os aparelhos protéticos terão seu tempo de uso reduzido por prejuízos estéticos e funcionais, bem como por dificultar o controle de higienização por seus usuários.

Líquidos alimentares, como café, chá, refrigerante, vinho e sucos, além das soluções higienizadoras normalmente utilizadas nesses aparelhos protéticos, como o hipoclorito de sódio, apresentam o potencial de degradar a superfície da resina acrílica dos dentes artificiais, por alterar a solubilidade dos polímeros, dependendo de fatores como pH, polaridade dos líquidos, tempo de contato com o material e presença de pigmentos específicos (5,6). Essas soluções aquosas atuam através do processo de absorção/adsorção, em que, ao absorver água, há um efeito plastificante na superfície, formação de microfissuras e degradação estrutural, ao longo do tempo (5,6,8). Também, as escovas e cremes dentais de diferentes níveis de abrasividade podem alterar a superfície do material por meio de abrasão e atrição geradas durante a escovação, aumentando, inevitavelmente, a rugosidade da superfície, independentemente da forma como foi polida e do grau de lisura inicial (7).

Nas próteses dentárias, um melhor padrão de características, como a rugosidade e a energia de superfícies, pode ser alcançado por meio de procedimentos de polimento (2, 9-13), os quais tornam a superfície protética mais homogênea, melhorando o conforto do paciente (9), facilitando a sua higienização, reduzindo, assim, o acúmulo de microrganismos (11,13) e o risco de desenvolvimento de infecções devido à presença de biofilme (11). O polimento tem, ainda,

o potencial de promover um efeito benéfico na manutenção das características relacionadas à cor da resina acrílica (10), favorecendo, deste modo, a estética. Assim, nos procedimentos reabilitadores na cavidade bucal, é ideal que a superfície das próteses apresente-se adequadamente lisa e polida, para sua maior longevidade.

O polimento dos aparelhos protéticos pode ser realizado por meio de processos mecânicos ou químicos. O polimento mecânico utiliza produtos com diferentes níveis de abrasividade, contendo partículas de diferentes tamanhos e granulação, para produzir um desgaste controlado da superfície, removendo irregularidades grosseiras (10), com o auxílio das rodas de polimento, cones de feltro, pontas de borracha e silicone acoplados a motores elétricos, associando-os a agentes de polimento, como as pastas impregnadas por óxidos, pedra-pomes, dentre outras, para alcançar lisura e brilho final da superfície (12-14). Maior eficiência é atribuída ao polimento mecânico em aspectos como melhoria no padrão de rugosidade de superfície e redução da sorção de água e solubilidade da resina acrílica, dentre outros, quando comparado com o polimento químico (2,9,12).

O efeito de diferentes protocolos de polimento na manutenção das propriedades de superfície de resina acrílica ou na remoção de manchas, por exemplo, tem sido investigado quando realizados antes ou após a exposição do material a diversas situações experimentais (1,2,9,12,13,15). No entanto, na maioria dos estudos, um único polimento mecânico ou químico era realizado. Diante das alterações que as próteses dentárias sofrem durante seu período de uso e dos efeitos benéficos dos procedimentos de polimento, um protocolo que pudesse ser realizado de forma mais frequente, com mínimo potencial abrasivo, através de uma técnica simples a ser realizada pelo próprio paciente, por meio de dispositivos portáteis, como uma escova elétrica de higiene bucal, poderia oferecer maiores benefícios, interferindo no processo de degradação esperado no material. Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar *in vitro* o efeito de um protocolo de polimento mecânico proposto realizado em diferentes períodos (quinzenal e mensal), nas propriedades da rugosidade de superfície, na estabilidade de cor, na alteração de massa e no padrão de formação de biofilme, em dentes artificiais de resina acrílica. A hipótese nula do estudo foi que o polimento proposto não exerce influência nas alterações das propriedades do material promovida pela imersão nos líquidos testados, independente da frequência com que ele é realizado.

MÉTODOS

Preparo dos espécimes

Foram obtidos 60 espécimes a partir de 60 dentes artificiais de resina acrílica (incisivos centrais superiores) da marca Vipi Dent Plus (PMMA, EDMA; Vipi Produtos Odontológicos, São Paulo, Brasil) na cor 60, no formato quadrado, modelo 38. As faces palatinas de todos os dentes artificiais foram planificadas e polidas em uma politriz elétrica rotativa (Aropol 2V, Arotec Ind. e com. Ltda., Cotia, SP, Brasil), a 300 rotações por minuto de rotação, com lixas d'água abrasivas de granulação #400 e #600 (Buehler, Dusseldorf, Alemanha), sob refrigeração, com o intuito de obter uma superfície regular e padronizada, diferentemente das faces vestibulares, que foram mantidas intactas.

Os espécimes foram divididos, aleatoriamente, em dois grupos (n=30), de acordo com o líquido de imersão: água destilada (AD) e café (CF); e estes, subdivididos em três subgrupos (n=10): A – apenas imersão; B – imersão associada ao polimento quinzenal (pol 1); C – imersão associada ao polimento mensal (pol 2).

Imersões

A solução de café foi preparada na proporção de 3,6g de café (Nescafé Nestlé, São Paulo, SP, Brasil) para cada 300 mL de água fervida, segundo as orientações do fabricante, sendo preparada em becker de vidro sob agitação durante trinta segundos em agitador magnético (Marconi MA085/CT, Piracicaba, São Paulo, Brasil) e, em seguida, filtrada através de papel filtro.

Segundo Guler et al. 2005 (8), o tempo médio de consumo de uma xícara de café é de 15 minutos, sendo a quantidade média de consumo de 3,2 xícaras por dia. Portanto, para o grupo CF, um tempo de imersão de 12 horas na solução de café simula cerca de 15 dias de consumo da bebida. Para o grupo AD, foram considerados os mesmos intervalos de imersão para realização da metodologia.

Protocolo de polimento mecânico

O polimento mecânico foi realizado utilizando-se uma pasta de polimento de óxido de alumínio (Universal Polishing, Ivoclar Vivadent, São Paulo, Brasil) e roda de feltro (Shofu Inc, Kyoto, Japão) acoplada a um motor de polimento (MicroNX, Coreia do Sul), administrado a todos os espécimes durante cinco segundos, com velocidade de 3000 rpm (1), nas faces vestibular e palatina (Figura 1).

Avaliações

Todos os corpos de prova foram avaliados antes das exposições (T0), após intervalos de 120 dias de imersão simulados ao longo de 12 meses de exposição (T1, T2 e T3), e após 24 meses de exposição (T4), totalizando cinco avaliações. A rugosidade de superfície e a estabilidade de cor foram mensuradas nas superfícies palatinas e vestibulares, respectivamente. Após as avaliações realizadas no período T4, os espécimes foram submetidos ao ensaio de formação de biofilme e microscopia de fluorescência.

As soluções de imersão foram trocadas a cada 12 horas, e o protocolo de polimento realizado de acordo com cada grupo experimental. Antes e depois da imersão e do polimento, os espécimes eram lavados em água destilada por cinco minutos, em uma cuba ultrassônica (Unique - Ultracleaner 1400, Indaiatuba, São Paulo, Brasil), para remoção de todos os detritos da superfície e, em seguida, secos com papel absorvente.

Rugosidade de superfície

A rugosidade de superfície foi mensurada através de um rugosímetro Hommel Tester (T1000, Santo André, São Paulo, Brasil), programado para mover uma ponta de diamante (5 µm de raio), com carga constante pela superfície de cada espécime, seguindo um trajeto retilíneo de 4,8 mm de comprimento, durante dez segundos. Foram realizadas três leituras distantes entre si em 1 mm, e o valor de rugosidade do espécime foi definido como a média dos valores obtidos nas três leituras. No período T0, os espécimes com valor de rugosidade final diferente $\pm 30\%$ do valor médio dos demais foram excluídos, e novos espécimes foram obtidos.

Alteração de massa

Para avaliar se o polimento frequente levaria à alteração de massa, os espécimes foram pesados em balança analítica de precisão (Bel Engineering, Piracicaba, São Paulo, Brasil), nos cinco períodos de avaliação, sendo previamente secos com folhas de papel absorvente, para eliminação de umidade presente na superfície.

Estabilidade de cor

Um espectrofotômetro portátil (Vita Easyshade, Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co, Alemanha) foi empregado para quantificar a magnitude da diferença colorimétrica ou ΔE ($\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$, em que L^* representa a luminosidade, a^* significa a cromaticidade vermelho-verde, e b^* , a cromaticidade amarelo-azul) de cada espécime, após os

períodos de imersão, em relação aos seus parâmetros iniciais. Foram obtidas três repetições no centro de cada corpo de prova, posicionados sobre um anteparo branco, auxiliadas por um dispositivo de silicone de condensação (Clonage, DFL, Rio de Janeiro, Brasil), para padronizar o local de aferição e impedir a entrada de luz ambiente.

Adesão de biofilme

Após a realização de todas as avaliações no período T4, os espécimes foram acondicionados em envelopes do tipo grau cirúrgico (Termo-selável, Sispack, SP, Brasil) e submetidos à esterilização através do plasma de peróxido de hidrogênio (Sterrad 100S, Advanced Sterelization Products 33 Technology Drive-Irvine, CA-EUA). Para o ensaio, foi utilizado um método de formação de biofilme multiespécie (16) sobre os dentes artificiais de resina acrílica, realizado em triplicata, utilizando-se cepas padrão de *Streptococcus mutans* (ATCC 25175) (*S. mutans*), por participar iniciando a formação de biofilme e facilitando a aderência de leveduras na mucosa e superfícies protéticas, e *Candida albicans* (ATCC 10231) (*C. albicans*), espécie mais prevalente nas infecções bucais associadas ao uso de próteses removíveis (17).

S. mutans foi inoculado em meio de cultura *Mitis Salivarius Broth* com bacitracina (0,2UI/mL) (MSB) (HiMedia, Mumbai, Índia) e incubado em estufa microbiológica (DeLeo, Porto Alegre, Rs, Brasil) a 37°C, em microaerofilia, por 48 horas. Para o preparo do inóculo de *C. albicans*, foi empregado o meio de cultura *Sabouraud Dextrose Agar* (SDA) (HiMedia, Mumbai, Índia) e incubação a 37°C por 48 horas, em aerobiose. Logo após, com o auxílio de alça bacteriológica, 10 µL de cada inóculo foram transferidos para seu respectivo tubo de ensaio contendo 10 mL de meio de cultura líquido – *Brain Heart Infusion Broth* com 5% de sacarose (BHI) (HiMedia, Mumbai, Índia) para *S. mutans* e 10 mL de *Sabouraud Dextrose Broth* (SDB) (HiMedia, Mumbai, Índia) para *C. albicans*. A incubação foi realizada em estufa microbiológica a 37°C por 18 horas, em microaerofilia para *S. mutans*, e 21 horas para *C. albicans*, em aerobiose. Após esse período, os microorganismos foram centrifugados (5430R, Eppendorf AG, Hamburgo, Alemanha) por cinco minutos a 6000 rpm e lavadas com tampão fosfato-salino (PBS) (NaCl 10mM, NaH₂PO₄ a 100mM, pH 7,2) estéril, por duas vezes, e em seguida, foram ressuspensos em 10 mL de BHI estéril. A padronização do inóculo de *S. Mutans* foi realizada por meio de espectrofotômetro (Multiskan GO, Thermo Scientific, Waltham, MA, EUA), verificando a densidade óptica (DO) com absorvância de 0,2 e

comprimento de onda de 600 nm, que corresponde a uma suspensão microbiana de aproximadamente 10^8 UFC/mL. Para *C. albicans*, devido à variabilidade da sua morfologia (hifa ou levedura), a padronização do inóculo foi realizada através da contagem por microscópio utilizando-se câmara de Neubauer, com objetiva de imersão (40x), reduzindo-se possíveis erros pela medida de absorbância. A padronização dos microrganismos foi confirmada por meio de semeadura de uma alíquota em meio Agar.

Em uma câmara asséptica de fluxo laminar (Pachane, Pa 400-ECO, Piracicaba, São Paulo, Brasil), nove espécimes de cada grupo, três em cada triplicata, foram distribuídos em placas de cultura celular de 24 poços. Para a formação do biofilme misto, cada poço recebeu 1 mL de meio de uma suspensão padrão, sendo 0,5 mL correspondente a cada microrganismo. As placas foram incubadas a 37°C, por uma hora e trinta minutos, sob agitação a 75 rpm (Incubadora shaker, CE-320 Cienlab, Campinas, SP, Brasil), em microaerofilia, para aderência dos microrganismos aos espécimes. Após esse período, os espécimes foram removidos, lavados com PBS estéril por duas vezes, para remoção dos microrganismos não aderidos, e inseridos em novas placas. Posteriormente, 2 mL de BHI estéril foram inseridos em cada poço juntamente com os espécimes e as placas incubadas a 37°C por 48 horas, sob agitação a 75 rpm, em microaerofilia, para maturação do biofilme. Após as primeiras 24 horas, os espécimes eram lavados e um novo meio de cultura inserido nos poços.

Após formação do biofilme sobre os espécimes, estes foram transferidos para tubos de ensaio contendo 5 mL de PBS e levados a uma cuba ultrassônica por 20 minutos, para desprendimento dos microrganismos aderidos. Após agitação individual dos tubos de ensaio em agitador apropriado (Phoenix, AP 56, Araraquara, São Paulo, Brasil) durante 20 segundos, uma alíquota de 25 µL foi transferida para eppendorf contendo 25 µL de PBS, obtendo-se a diluição 10^{-1} . Em seguida, 25 µL dessa diluição foram transferidos a outro eppendorf contendo o mesmo volume de PBS, e esse procedimento foi repetido até a obtenção de uma diluição seriada de 10^{-1} a 10^{-3} . Uma alíquota de 25 µL da suspensão concentrada e de cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}) foi semeada em placas de Petri contendo 15 mL de meio de cultura específico – *Mitis Salivarius Agar* com bacitracina (0,2UI/mL) para *S. mutans* e SDA para *C. albicans*, com o auxílio de uma alça de drigalsky. As placas foram incubadas a 37°C por 48 horas em estufa microbiológica. Para *S. mutans*, a incubação foi realizada em microaerofilia.

Após período de incubação, a contagem do número de unidades formadoras de colônias (UFC) foi realizada com o auxílio de uma lupa microscópica (Mod. SQZ-DS4, Equipar Ltda, Curitiba, PR, Brasil). Para o cálculo das UFCs, foi considerada a diluição em que o número de UFC variou entre

0 a 300 colônias, sendo utilizada a fórmula:

$$\frac{\text{número de colônias} \times 10^{n(\text{valor absoluto da diluição: 0, 1, 2 ou 3})}}{\text{quantidade de mL pipetada para cada diluição}}$$

Com o intuito de se verificar o padrão estrutural do biofilme formado, foi realizada uma avaliação por microscopia de fluorescência (Axio Observer A1, Carl Zeiss, Oberkochen, Alemanha) em um espécime de cada grupo. Os espécimes contaminados, com o mesmo protocolo de formação de biofilme descrito anteriormente, foram lavados com PBS duas vezes, corados com SYTO-9 e iodeto de propídio com o kit de viabilidade Live/Dead BacLight (Invitrogen-Molecular Probes, Eugene, OR, EUA), incubados em estufa microbiológica durante 20 minutos a 37°C, protegidos da luz. Foram examinados, pelo menos, cinco campos ópticos e escolhida uma imagem representativa para cada espécime, utilizando-se uma lente de imersão com aumento de 63,4x.

Análise dos dados

Para cada propriedade avaliada, os fatores de variação foram os diferentes tratamentos (imersão isolada ou associada ao polimento) e os diferentes períodos (T0-T4). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, expressos em forma de média e erro-padrão da média, comparados por meio dos testes ANOVA-1-way ou ANOVA-2-way de medidas repetidas seguido do pós-teste de Bonferroni, conduzidos com nível de significância de 5%, utilizando o software GraphPad Prism 5.0.

RESULTADOS

De acordo com a tabela 1, o grupo CF sofreu aumento significativo da rugosidade, ao final do período de acompanhamento ($p < 0,001$), o que não ocorreu no grupo AD ($p = 0,5385$). Nos grupos imersos apenas em água destilada, o polimento causou uma redução significativa da rugosidade inicialmente ($p < 0,001$), mantendo-se estável ao longo do tempo. O mesmo efeito inicial do polimento foi observado nos grupos imersos em café; entretanto, no grupo CF pol 1, o padrão de rugosidade se mantém constante ao longo de todas as avaliações e semelhante ao

grupo AD pol 1. Já no grupo CF pol 2, ocorre um aumento gradual da rugosidade nas avaliações T3 e T4, sendo essas significativamente maiores em comparação às mesmas avaliações no grupo AD pol 2.

Um aumento significativo na massa dos espécimes foi observado no grupo CF já em T1, bem como gradualmente, ao longo das demais avaliações (Tabela 2). No grupo AD, observa-se uma manutenção da massa inicial mesmo na avaliação T4. Assim, o efeito isolado do polimento na massa dos espécimes pode ser observado nos grupos imersos em água. O polimento mensal não promoveu alterações significativas no grupo AD pol 2, em todas as avaliações, diferentemente no grupo AD pol 1, no qual ocorreu uma redução inicial de massa em T1, entretanto, mantendo-se constante ao longo dos demais períodos. O grupo imerso em café teve sua massa reduzida de forma gradativa quando associado ao polimento quinzenal; entretanto, esta foi mantida ao final dos 24 meses no grupo CF pol 2.

De acordo com a tabela 3, a alteração de cor sofrida pelo grupo CF foi significativamente maior que aquela observada no grupo AD, em todos os períodos avaliados ($p < 0,001$). Enquanto o padrão de alteração de cor sofrido pelo grupo AD, ao longo dos dois anos, foi semelhante ($p = 0,186$), um escurecimento gradual ocorreu no grupo CF, observado nas leituras de 12 e 24 meses ($p < 0,001$). Apesar de, a partir da avaliação de oito meses, a imersão em café ter levado a uma maior alteração de cor do que em água destilada, nas demais avaliações, independente da frequência do polimento, quando realizado quinzenalmente, foi capaz, ainda, de manter a coloração dos espécimes por mais tempo, sendo observado aumento significativo no valor de ΔE apenas na avaliação de 24 meses. Já quando o polimento foi feito mensalmente, aumento nos valores de ΔE foi observado em todas as avaliações, a partir dos oito meses. Após 24 meses, a alteração de cor sofrida no grupo AD foi igual aos grupos AD pol 1 e AD pol 2 ($p = 0,061$). Por outro lado, ambos os polimentos, quinzenal e mensal, reduziram significativamente o valor de ΔE após imersão em café ($p < 0,001$), sendo semelhantes entre si.

Para ambos os microrganismos, o grupo CF apresentou valor de UFC significativamente maior em comparação ao grupo AD (Tabela 4). Enquanto a associação dos polimentos 1 e 2 aos grupos imersos em água não alterou o padrão de adesão de ambos os microrganismos, os grupos CF pol 1 e CF pol 2 apresentaram redução significativa de ambos os microrganismos ($p < 0,001$). O polimento quinzenal promoveu redução na contagem de ambos os microrganismos nos grupos imersos em café em níveis semelhantes aos grupos imersos em água. Observa-se, ainda, que, em relação à adesão do *S. mutans*, a redução de UFC causada pelo polimento quinzenal foi significativamente maior que nos grupos polidos mensalmente.

As imagens de microscópio de fluorescência demonstram que a densidade de biofilme no grupo AD (Figura 2A) apresenta padrão semelhante ao observado nos grupos Ad pol 1 e AD pol 2 (Figuras 2B e 2C), indicando a ausência de efeito danoso do polimento sobre o material. Um biofilme mais densamente agrupado é encontrado no grupo CF (Figura 2D), o qual sofre modificação mais expressiva após associação ao polimento quinzenal (Figura 2E), indicado pela maior quantidade de áreas escuras, quando comparado ao polimento mensal (Figura 2F).

DISCUSSÃO

Este estudo avaliou a influência de um protocolo de polimento mecânico realizado em diferentes períodos, no padrão de alteração de cor, rugosidade de superfície e massa de dentes artificiais de resina acrílica submetidos a imersão em café. De forma geral, foi observado que o polimento proposto reduz a alteração das propriedades do material promovida pela imersão nos líquidos testados, rejeitando, assim, a hipótese nula. Também, menor adesão de microrganismos foi observada nos grupos submetidos ao polimento.

Foram encontradas alterações significativas nas propriedades avaliadas no grupo imerso em café, ao longo dos dois anos de acompanhamento. A escolha pelo café como método de modificação das propriedades avaliadas se deu pelo seu potencial em alterar características dos materiais utilizados em próteses dentárias, como a resina acrílica presente nas bases e nos dentes artificiais (18-20). Os efeitos deletérios causados na superfície do material polimérico são resultados de processos químicos e físicos, como sorção de agentes solventes e solubilidade do material (21). Em soluções aquosas, a água penetra na rede polimérica através das porosidades e dos espaços intermoleculares, podendo ser encontrada livre entre as cadeias poliméricas ou ligada a elas por ligações de hidrogênio, sendo responsável pela hidrólise de ligações éster, separação e expansão das cadeias, causando abertura de microfissuras que levam a deterioração gradual da sua estrutura, ao longo do tempo (22). Somando a isso, devido ao seu baixo grau de polaridade, o café promove uma maior penetração de seus agentes na superfície da resina acrílica, incorporando-os à sua matriz polimérica promovendo instabilidade química e oxidação de suas cadeias (23). Também, sua alta concentração de substâncias corantes, como o ácido tânico, responsável pela coloração marron-castanho, elevam o pH da solução, favorecendo sua incorporação à superfície da resina acrílica e aumentando a solubilidade do material (5,6,8).

O polimento promoveu uma redução significativa no padrão de rugosidade de superfície em todos os grupos, observada já na avaliação dos quatro meses. Isso se dá, possivelmente, ao

efeito imediato tanto das partículas abrasivas presentes na pasta de polimento quanto da fricção promovida pelo disco de feltro, promovendo uma alteração das camadas rugosas da superfície da resina acrílica, tornando-as mais lisas e brilhantes (1,13). Pôde-se, ainda, observar, nos grupos imersos em água e submetidos aos polimentos, que essa redução inicial não ocorre de forma crescente, demonstrada pela manutenção da rugosidade atingida ao longo de todo o período avaliado. O polimento mecânico é apontado como o método de polimento mais eficaz para materiais à base de resina acrílica (1,2,9,10,12,13). Seu efeito final na superfície desses materiais é determinado, principalmente, pela abrasividade, tamanho e quantidade das partículas abrasivas presentes nas pastas utilizadas nos sistemas de polimento comercialmente disponíveis, como aquelas à base de óxido de alumínio. Os resultados satisfatórios atingidos em estudos prévios que utilizaram esse tipo de pasta justificaram seu uso no presente estudo (1,10,12,13,15).

No grupo CF, um aumento gradual na rugosidade de superfície foi observado. O polimento quinzenal foi mais eficiente em controlar essas alterações, mantendo-a inalterada ao longo do período avaliado, semelhante ao grupo imerso em água e submetido à mesma frequência de polimento. Esse resultado aponta que uma maior frequência do polimento (pol 1) é capaz de controlar os efeitos deletérios do líquido alimentar testado na superfície do material. Por outro lado, quando o polimento foi realizado com menor frequência (pol 2), foi observado um aumento gradativo, a partir do primeiro ano, dos valores de rugosidade alcançados inicialmente, permitindo, assim, que o café exerça algum grau de dano na superfície.

Acompanhar possíveis mudanças na massa dos espécimes apontaria se o polimento mecânico testado levaria a uma perda estrutural significativa destes, o que limitaria a instituição desse procedimento realizado com maior frequência. As alterações observadas no grupo CF podem ter sido causadas pelo depósito dos subprodutos do café, como seus pigmentos, na superfície dos dentes artificiais. Embora o polimento quinzenal tenha causado uma redução significativa na massa, o que não foi observado nos grupos polidos com menor frequência, essa redução foi de aproximadamente 1% ao longo de dois anos, indicando capacidade do polimento em remover ou dificultar a deposição dessas partículas, gerando um desgaste mínimo e controlado, esperado e clinicamente irrelevante. A própria escovação mecânica das próteses dentárias, por meio do uso de escovas e dentifrícios, pode produzir efeitos deletérios sobre a superfície da resina acrílica, como alteração de massa, rugosidade e perda de brilho (24,25). Policastro et al. (2016) avaliaram a perda de massa em dentes artificiais de resina acrílica submetidos a diferentes métodos de escovação e observaram, num período de um ano de

acompanhamento, perdas variando de 0,1% a 0,9% do peso. Neste estudo, os polimentos geraram valores de perda de massa variando de 0,3% a 1,1%, durante os 24 meses observados.

A alteração gradativa de cor ocorrida no grupo CF foi reduzida de forma significativa quando associada ao polimento mecânico tanto mensal quanto quinzenal, apontando, assim, o efeito benéfico desse procedimento ao longo do tempo. Embora mudanças nos valores de ΔE nos dentes artificiais em contato com café e que receberam polimento ainda tenham ocorrido, tais alterações foram observadas apenas ao final do período avaliado (T4) para o polimento mais frequente; já para o grupo de polimento mensal, essas modificações ocorreram ao longo do primeiro ano (T3). Esses resultados apontam a superioridade da maior frequência de polimento em controlar por mais tempo as alterações de cor causadas pelo café, no material testado. Além disso, as alterações de cor ocorridas nos grupos AD, AD pol 1 e AD pol 2 foram semelhantes, demonstrando que o polimento não apresentou potencial de causar efeito deletério na cor do espécime, ao final de 24 meses. O polimento da superfície tem sido relacionado à melhor estabilidade de cor do material, dificultando o prejuízo causado pelas soluções corantes por meio dos mecanismos de adsorção e absorção de pigmentos específicos, e da remoção de manchas na superfície (10). As melhorias no padrão de rugosidade também têm sido associadas a uma menor adesão de microrganismos (14), cujos produtos ácidos do seu metabolismo podem alterar a cor da resina acrílica e causar manchas (1,26).

Embora as alterações de cor tenham ocorrido dentro de uma faixa clinicamente aceitável ($\Delta E < 3,3$) (5), avaliações a mais longo prazo e em outros materiais de uso protético mais susceptíveis ao manchamento do que dentes artificiais pré-fabricados, como a resina acrílica para base de prótese, devem ser realizadas para se investigar o efeito do polimento mecânico proposto, tendo em vista que, além dos fatores extrínsecos atuantes, como os hábitos de higiene oral e alimentação, a coloração dos materiais dentários é influenciada por fatores intrínsecos, como composição de monômeros e presença de monômeros residuais não polimerizados (18).

O grupo CF apresentou uma maior quantidade de ambos os microrganismos aderidos à superfície, em comparação ao grupo AD. Já nos grupos imersos em café submetidos ao polimento mecânico, essa quantidade foi reduzida de forma significativa para ambas as cepas, seja ele quinzenal ou mensal. A capacidade de adesão dos microrganismos a um dado material relaciona-se com a interação de forças eletrostáticas entre sua superfície e o microrganismo, sendo mais expressiva quanto maior for a rugosidade superficial e a energia livre de superfície (11,13,14,27,28). Nesse contexto, a degradação estrutural causada pela imersão em café na superfície do material, também expressa na forma de aumento da rugosidade, elevou a quantidade de microorganismos. Por outro lado, entre outros efeitos benéficos causados na

superfície do material, a redução da rugosidade causada pelo polimento gerou uma diminuição da formação do biofilme. Estudos *in vivo* de Bollen et al. 1996 (29) e Quiryne et al. 1996 (30) mostraram que, uma vez unidos às superfícies irregulares, os microrganismos do biofilme podem sobreviver por longos períodos de tempo devido às irregularidades da superfície protegerem os microrganismos das forças de remoção provenientes da mastigação, fluxo salivar e, até mesmo, da ação mecânica da escovação. Idealmente, métodos de polimento que minimizam a retenção de microrganismos podem auxiliar no controle de infecções locais e deterioração precoce dos materiais protéticos (1). Os resultados encontrados apontam a eficácia do polimento proposto em controlar o efeito do café sobre a formação do biofilme.

Nos grupos imersos em água e submetidos aos polimentos, a quantidade de ambos os microrganismos aderidos foi semelhante àquela encontrada nos grupos apenas imersos em água, indicando que o polimento realizado não traz prejuízos ao material. Também, o polimento realizado com maior frequência tornou o padrão de adesão de ambos os microrganismos nos grupos CF pol 1 e AD pol 1 semelhantes, diferente do observado nos grupos polidos mensalmente, indicando um controle mais efetivo nesse aspecto quando a intervenção do polimento é realizada com menor intervalo de tempo. O padrão de formação do biofilme demonstrado pelas imagens obtidas através da microscopia de fluorescência (Figura 2A –2E) reflete os resultados encontrados no teste de formação de biofilme, caracterizado pela maior quantidade de espaços escuros e dispersão do biofilme no grupo CF pol 1 (Figura 2E).

O polimento da superfície de um material à base de resina acrílica é importante para minimizar possíveis efeitos adversos, ao longo do seu período de uso, aumentando, assim, seu desempenho clínico (10). Considerando que inúmeros fatores de potencial efeito deletério sobre os materiais protéticos podem atuar, isolados ou em conjunto, há necessidade de se testar o efeito dos protocolos de polimento propostos neste estudo em situações diversas, como imersão em soluções higienizadoras, outros líquidos alimentares, associação com escovação e saliva, e em períodos de tempo mais prolongados. Da mesma forma, seu efeito em outros materiais usados em próteses dentárias, como resina acrílica para base de próteses, metal e materiais reembasadores, deve ser investigado.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que um polimento mecânico realizado por motor de mão a 3000 rpm, roda de feltro e pasta de óxido de alumínio, em um regime quinzenal ou mensal, é capaz de reduzir os efeitos deletérios do café na estabilidade de cor, rugosidade de superfície e adesão de biofilme em dentes artificiais de resina acrílica, sem causa

perdar significativa na massa, sendo o polimento de frequência quinzenal mais efetivo que o mensal.

CONFLITO DE INTERESSES / AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Reabilitação Oral da Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo pela realização dos testes de adesão de biofilme. Nenhum conflito de interesse a declarar.

REFERÊNCIAS

1. Kuhar M and Funduk N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. *J Prosthet Dent.* 2005;93:76-85.
2. Al-Rifaiy MQ. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of denture base acrylic resins. *Saudi Dent J.* 2010;22:13-7.
3. Kawano F, Ohguri T, Ichikawa T, Mizuno I, Hasegawa A. Shock absorbability and hardness of commercially available denture teeth. *Int J Prosthodont.* 2002;15:243-7.
4. Ghazal M, Albashaireh ZS, Kern M. Wear resistance of nanofilled composite resin and feldspathic ceramic artificial teeth. *J Prosthet Dent.* 2008;100:441-8.
5. Hollis S, Eisenbeisz BS, Versluis A. Color stability of denture resins after staining and exposure to cleansing agentes. *J Prosthet Dent.* 2015;114:709-14.
6. Neppelenbroek KH, Kuroishi E, Hotta J, Marques VR, Moffa EB, Soares S, Urban VM. Surface properties of multilayered, acrylic resin artificial teeth after immersion in staining beverages. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(4):376-82.
7. Policastro VB, Giro G, Leite AR, Mendoza-Marin DO, Paleari AG, Compagnoni MA, Pero AC. In vitro assessment of the abrasion resistance of two types of artificial teeth submitted to brushing. *J Prosthodont.* 2016;25(6):485-8.
8. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Color stability: Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005; 94(2):118-24.
9. Rahal JS, Mesquita MF, Henriques GE, Nóbilo MA. Surface roughness of acrylic resins submitted to mechanical and chemical polishing. *J Oral Rehabil.* 2004;31:1075-9.
10. Rutkūnas V, Sabaliauskas V, Mizutani H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. *Dent Mater J.* 2010; 29(2):167–76.
11. Satpathy A, Dhakshaini MR, Gujjari AK. An evaluation of the adherence of *Candida*

- albicans* on the surface of heat cure denture base material subjected to different stages of polishing. J Clin Diagn Res. 2013;7(10):2360-3.
12. Al-Kheraif, AAA. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of heat-polymerized and visible light-polymerized acrylic denture base resins. Saudi Dent J. 2014;26:56-62.
 13. Gungor H, Gundogdu M, Duymus ZY. Investigation of the effect of different polishing techniques on the surface roughness of denture base and repair materials. J Prosthet Dent. 2014;112:1271-7.
 14. Powers JM, Wataha JC. Dental materials: properties and manipulation. St Louis: Mosby 2012;10:68-78.
 15. Berger JC, Driscoll CF, Romberg E, Luo Q, Thompson G. Surface roughness of denture base acrylic resins after processing and after polishing. J Prosthodont. 2006;15:180-6.
 16. Panariello BH, Izumida FE, Moffa EB, Pavarina AC, Jorge JH, Giampaolo ET. Effect of mechanical toothbrushing combined with different denture cleansers in reducing the viability of a multispecies biofilm on acrylic resins. Am J Dent. 2016;29(3):154-60.
 17. Brusca MI, Irastorza RM, Cattoni DI, Ozu M, Chara O. Mechanisms of interaction between *Candida albicans* and *Streptococcus mutans*: An experimental and mathematical modelling study. Acta Odontol Scand. 2013;71(3-4):416-23.
 18. Koksall T, Dikbas I. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. Dent Mater J. 2008;27(1):139-44.
 19. Waldemarin RF, Terra PC, Pinto LR, Camacho FF. Color change in acrylic resin processed in three ways after immersion in water, cola, coffee, mate and wine. Acta Odontol Latinoam. 2013;26(3):138-43.
 20. Arana-Correa BE, Sepúlveda-Navarro WF, Florez FL, Urban VM, Jorge JH, Campanha NH. Colour stability of acrylic resin denture teeth after immersion in different beverages. Eur J Prosthodont Restor Dent. 2014;22(2):56-61.
 21. Ferracane LF. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. Dent Mater. 2006 Mar;22(3):211-22.
 22. Yiu CK, King NM, Pashley DH, Suh BI, Carvalho RM, Carrilho MR, Tay FR. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. Biomaterials. 2004;25(26):5789-96.
 23. Singh SV, Aggarwal P. Effect of tea, coffee and turmeric solutions on the colour of denture base acrylic resin: an *in vitro* study. J Indian Prosthodont Soc. 2012;12:149-53.
 24. Oliveira LV, Mesquita MF, Henriques GE, Consani RL. The effect of brushing on surface roughness of denture lining materials. J Prosthodont. 2007;16:179-84 .

25. Pisani MX, Bruhn JP, Paranhos HF, Silva-Lovato CH, de Souza RF, Panzeri H. Evaluation of the abrasiveness of dentifrices for complete dentures. *J Prosthodont.* 2010;19(5):369-73.
26. Asmussen E, Hansen EK. Surface discoloration of restorative resins in relation to surface softening and oral hygiene. *Scand J Dent Res.* 1986; 94:174-7.
27. Teughels W, Van Assche N, Sliepen I, Quirynen M. Effect of material characteristics and/or surface topography on biofilm development. *Clin Oral Implants Res.* 2006;2:68–81.
28. Zamperini CA, Macgado AL, Vergani CE, Pavarina AC, Giampaolo ET, da Cruz NC. Adherence in vitro of *Candida albicans* to plasma treated acrylic resin. Effect of plasma parameters, surface roughness and salivary pellicle. *Arch Oral Biol.* 2010;55(10):736-70.
29. Bollen CM, Papaioannou W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, van Steenberghe D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res.* 1996;7:201-11.
30. Quirynen M, Bollen CM, Papaioannou W, Van Eldere J, van Steenberghe D. The influence of titanium abutment surface roughness on plaque accumulation and gingivitis: short-term observations. *Int J Oral and Maxillofac Implants.* 1996;11:169-78.

TABELAS

Tabela 1. Resultados de média (\pm erro-padrão) para rugosidade, em μm , de acordo com o tratamento.

Período	Sem Polimento			Polimento 1 (quinzenal)			Polimento 2 (mensal)		
	Água	Café	p^{\dagger}	Água	Café	p^{\dagger}	Água	Café	p^{\dagger}
T0	0,135 \pm 0,008	0,119 \pm 0,007	<0,001	0,139 \pm 0,007	0,127 \pm 0,009	0,760	0,155 \pm 0,004	0,151 \pm 0,006	0,001
T1	0,137 \pm 0,009	0,116 \pm 0,009		0,079 \pm 0,004 ^a	0,067 \pm 0,004 ^a		0,070 \pm 0,002 ^a	0,070 \pm 0,002 ^a	
T2	0,135 \pm 0,009	0,122 \pm 0,009		0,078 \pm 0,004 ^a	0,073 \pm 0,002 ^a		0,072 \pm 0,001 ^a	0,078 \pm 0,002 ^a	
T3	0,135 \pm 0,009	0,126 \pm 0,009 ^{bc}		0,077 \pm 0,003 ^a	0,073 \pm 0,001 ^a		0,073 \pm 0,001 ^a	0,085 \pm 0,002 ^{ab A}	
T4	0,134 \pm 0,009	0,139 \pm 0,008 ^{abc}		0,077 \pm 0,003 ^a	0,073 \pm 0,001 ^a		0,073 \pm 0,001 ^a	0,086 \pm 0,002 ^{ab A}	
p^*	0,5385	<0,001		<0,001	<0,001		<0,001	<0,001	

T0 – início; T1 – 4 meses; T2 – 8 meses; T3 – 12 meses; T4 – 24 meses.

^a $p < 0,05$ versus T0, ^b $p < 0,05$ versus T1, ^c $p < 0,05$ versus T2. *ANOVA-1-way / Bonferroni.

^A $p < 0,05$ versus grupo-controle, no mesmo período. [†]ANOVA-2-way / Bonferroni.

Tabela 2: Resultados de média (\pm erro-padrão) para massa, em gramas, de acordo com o tratamento.

Período	Sem Polimento			Polimento 1 (quinzenal)			Polimento 2 (mensal)		
	Água	Café	p^{\dagger}	Água	Café	p^{\dagger}	Água	Café	p^{\dagger}
T0	0,2677 \pm 0,007	0,2787 \pm 0,006	<0,001	0,2594 \pm 0,008	0,2797 \pm 0,004	0,058	0,2556 \pm 0,005	0,2658 \pm 0,004	0,003
T1	0,2673 \pm 0,007	0,2798 \pm 0,006 ^a		0,2575 \pm 0,008 ^a	0,2793 \pm 0,004		0,2554 \pm 0,005	0,2650 \pm 0,004	
T2	0,2674 \pm 0,007	0,2809 \pm 0,006 ^{ab}		0,2576 \pm 0,008 ^a	0,2792 \pm 0,004 ^a		0,2555 \pm 0,005	0,2655 \pm 0,004	
T3	0,2675 \pm 0,007	0,2809 \pm 0,006 ^{ab}		0,2575 \pm 0,008 ^a	0,2790 \pm 0,004 ^a		0,255 \pm 0,005	0,2664 \pm 0,004 ^b	
T4	0,2682 \pm 0,007 ^{bc}	0,2819 \pm 0,006 ^{abcd}		0,2561 \pm 0,008 ^a	0,2781 \pm 0,004 ^{abcd}		0,2552 \pm 0,005	0,2652 \pm 0,004 ^d	
p^*	0,005	<0,001		<0,001	<0,001		0,150	0,001	

T0 – início; T1 – 4 meses; T2 – 8 meses; T3 – 12 meses; T4 – 24 meses.

^a $p < 0,05$ versus T0, ^b $p < 0,05$ versus T1, ^c $p < 0,05$ versus T2, ^d $p < 0,05$ versus T3. *ANOVA-1-way / Bonferroni.

^A $p < 0,05$ versus grupo-controle, no mesmo momento. [†]ANOVA-2-way / Bonferroni.

Tabela 3. Resultados de média (\pm erro-padrão) para ΔE , nos diferentes períodos em relação ao baseline, de acordo com o tratamento.

Período	Sem Polimento		p^\dagger	Polimento 1 (quinzenal)		p^\dagger	Polimento 2 (mensal)		p^\dagger
	Água	Café		Água	Café		Água	Café	
T1	0,461 \pm 0,085 ^A	1,106 \pm 0,177	<0,001	0,604 \pm 0,113	0,921 \pm 0,147	<0,001	0,780 \pm 0,028	0,552 \pm 0,037	<0,001
T2	0,475 \pm 0,047 ^A	1,126 \pm 0,145		0,517 \pm 0,037 ^A	1,157 \pm 0,098		0,521 \pm 0,042 ^{aA}	1,257 \pm 0,129 ^a	
T3	0,452 \pm 0,042 ^A	1,640 \pm 0,101 ^a		0,367 \pm 0,050 ^A	1,263 \pm 0,135		0,609 \pm 0,034 ^{aA}	1,276 \pm 0,133 ^a	
T4	0,603 \pm 0,046 ^A	2,884 \pm 0,163 ^{abc}		0,792 \pm 0,056 ^{bcA}	1,483 \pm 0,087 ^a		0,705 \pm 0,058 ^{bA}	1,564 \pm 0,121 ^a	
p^*	0,186	<0,001		0,001	0,007		0,001	<0,001	

T1 – 4 meses; T2 – 8 meses; T3 – 12 meses; T4 – 24 meses.

^a $p < 0,05$ versus T1, ^b $p < 0,05$ versus T2, ^c $p < 0,05$ versus T3. * ANOVA-1-way / Bonferroni.

^A $p < 0,05$ versus grupo-controle, no mesmo momento. [†]ANOVA-2-way / Bonferroni.

Tabela 4. Resultados de média (\pm erro-padrão) para UFC (\log_{10}), de acordo com o tratamento.

Tratamento	<i>C. albicans</i>		p^\dagger	<i>S. mutans</i>		p^\dagger
	Água	Café		Água	Café	
Sem Polimento	5,175 \pm 0,141	5,966 \pm 0,035 ^A	0,006	4,762 \pm 0,140	5,673 \pm 0,047 ^A	0,002
Polimento 1	5,234 \pm 0,117	5,326 \pm 0,037 ^a		4,313 \pm 0,157	4,204 \pm 0,0268 ^a	
Polimento 2	5,096 \pm 0,118	5,442 \pm 0,036 ^{aA}		4,466 \pm 0,102	4,895 \pm 0,132 ^{abA}	
p^*	0,783	<0,001		0,058	<0,001	

^a $p < 0,05$ sem polimento, ^b $p < 0,05$ versus polimento 1. * ANOVA-1-way / Bonferroni.

^A $p < 0,05$ versus grupo-controle, com o mesmo tratamento. [†]ANOVA-2-way / Bonferroni

FIGURAS



Figura 1. Equipamento utilizado para realizar o polimento mecânico nos dentes artificiais em resina acrílica. Dispositivo de silicone para fixação dos dentes artificiais.

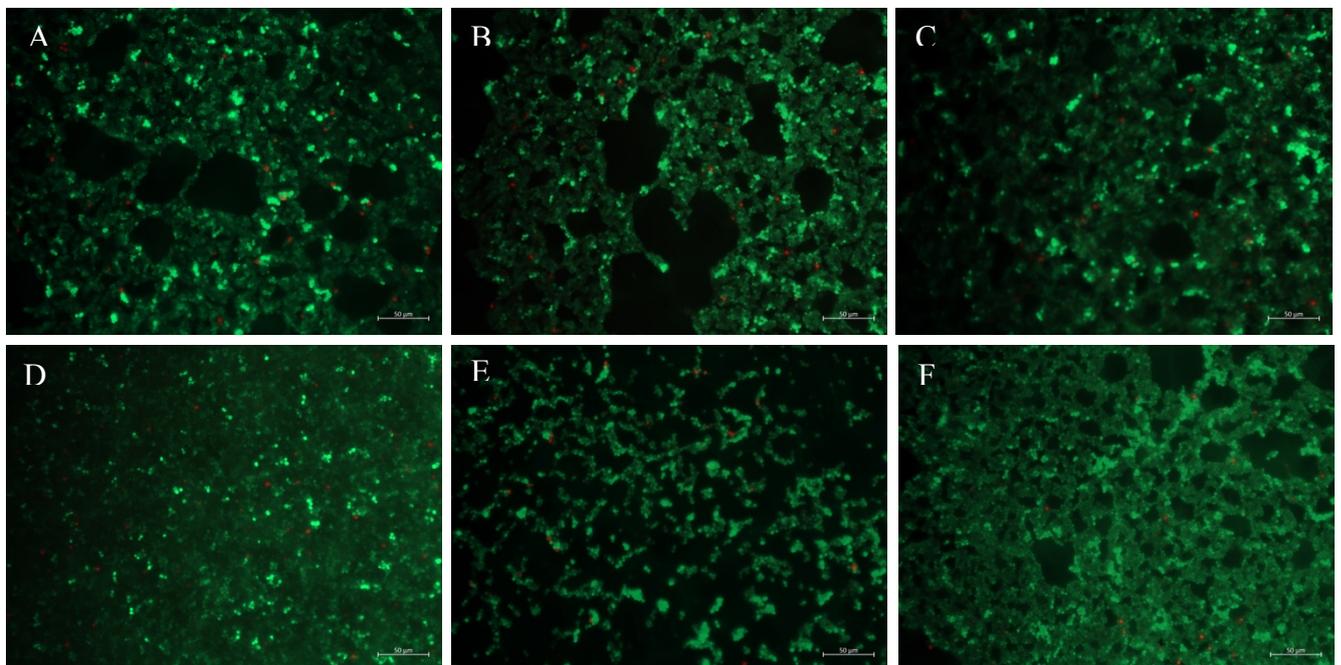


Figura 2 – Imagens de microscópio fluorescência representativas da visão geral de biofilme de *C. albicans* e *S. mutans*. A. imersão em água destilada (AD); B. AD associada ao polimento quinzenal; C. AD associada ao polimento mensal; D. imersão em café (CF); E. CF associada ao polimento quinzenal; F. CF associada ao polimento mensal.

LEGENDAS

Tabela 1. Resultados de média (\pm erro-padrão) para rugosidade, em μm , de acordo com o tratamento.

Tabela 2. Resultados de média (\pm erro-padrão) para massa, em gramas, de acordo com o tratamento.

Tabela 3. Resultados de média (\pm erro-padrão) para ΔE , nos diferentes períodos em relação ao baseline, de acordo com o tratamento.

Tabela 4. Resultados de média (\pm erro-padrão) para UFC (\log_{10}), de acordo com o tratamento.

Figura 1. Equipamento utilizado para realizar o polimento mecânico nos dentes artificiais em resina acrílica. Dispositivo de silicone para fixação dos dentes artificiais.

Figura 2. Imagens de microscópio fluorescência representativas de biofilme de *C. albicans* e *S. mutans*. A. imersão em água destilada (AD); B. AD associada ao polimento quinzenal; C. AD associada ao polimento mensal; D. imersão em café (CF); E. CF associada ao polimento quinzenal; F. CF associada ao polimento mensal.



Conclusão

4. CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo levaram às seguintes conclusões:

- Os dentes artificiais imersos em café sofrem alterações significativas na rugosidade de superfície, massa e estabilidade de cor. Por outro lado, a imersão em água não provoca alteração relevante nessas propriedades;
- O polimento testado promove uma redução inicial significativa da rugosidade de superfície dos dentes artificiais, mantendo constante esse padrão ao longo do período avaliado;
- Quando realizado quinzenalmente, o polimento é capaz de controlar o efeito da imersão em café sobre a rugosidade de superfície e a cor dos dentes artificiais por mais tempo, quando comparado ao regime mensal;
- O padrão de alteração de massa observado nos grupos submetidos ao polimento demonstra que este gera um desgaste mínimo, controlado e clinicamente irrelevante;
- O polimento testado, em ambos os regimes, reduz a adesão de biofilme de forma significativa nos dentes artificiais imersos em café, a qual foi maior que a observada no grupo imerso em água destilada, sendo esse efeito mais expressivo no regime de polimento quinzenal.

Em sumário, conclui-se que um polimento mecânico realizado por motor de mão (3000 rpm), roda de feltro e pasta à base de óxido de alumínio, em um regime quinzenal ou mensal, é capaz de reduzir os efeitos deletérios do café na estabilidade de cor, rugosidade de superfície e adesão de biofilme em dentes artificiais de resina acrílica, sem causar perda significativa na massa desses dentes, sendo o polimento de frequência quinzenal mais efetivo que o mensal.

REFERÊNCIAS

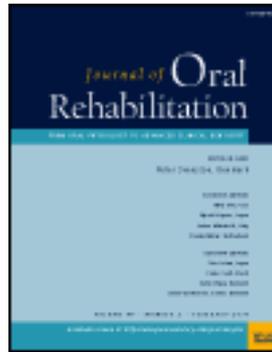
- Al-KHERAIF, A. A. A. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of heat-polymerized and visible light-polymerized acrylic denture base resins. **The Saudi Dental Journal**. v.26, p.56-62, 2014.
- Al-RIFAIY, M. Q. The effect of mechanical and chemical polishing techniques on the surface roughness of denture base acrylic resins. **The Saudi Dental Journal**. v.22,n.1, p.13-17, 2010.
- BERGER, J.C; DRISCOLL, C.F.; ROMBERG, E.; LUO, Q.; THOMPSON, G. Surface roughness of denture base acrylic resins after processing and after polishing. **Journal Prosthodontics**. v.15, p.180-186, 2006.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Coordenação Nacional de Saúde Bucal. **Projeto SB Brasil 2010: Condições de Saúde Bucal da População Brasileira, Resultados Principais**. Brasília, MS, 2011.
- BUDTZ-JORGENSEN, E. Materials and methods for cleaning dentures. **The Journal Prosthetic Dentistry**. v.42, p.619-623, 1979.
- CAMPANHA, N.H.; PAVARINA, A.C.; VERGANI, C.E.; MACHADO, A.L. Effect of microwave sterilization and water storage on the Vickers hardness of acrylic resin denture teeth. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.93, p.483-487, 2005.
- GHAZAL, M.; ALBASHAIREH, Z. S.; KERN M. Wear resistance of nanofilled composite resin and feldspathic ceramic artificial teeth. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.100, p.441-448, 2008.
- GULER, A.U.; YILMAZ, F.; KULUNK, T.; GULER, E.; KURT, S. Color stability: effects of different drinks on satability of resin composite provisional restorative materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.94, n.2, p.118-124, 2005.
- GUNGOR, H.; GUNDOGDU, M.; DUYMUS, Z. Y. Investigation of the effect of different polishing techniques on the surface roughness of denture base and repair materials. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.112, p.1271-1277, 2014.
- HOLLIS, S.; EISENBEISZ, B. S.; VERSLUIS, A. Color stability of denture resins after staining and exposure to cleansing agentes. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.114, p.709-714, 2015.
- JACKSON, S.; COULTHWAIT, L.; LOEWY, Z.; SCALLAN, A.; VERRAN, J. Biofilm development by blastospores and hyphae of *Candida albicans* on abraded denture acrylic resin surfaces. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.112, p.988-993, 2014.
- KAWANO, F.; OHGURI, T.; ICHIKAWA, T.; MIZUNO, I.; HASEGAWA, A. Shock absorbability and hardness of commercially available denture teeth. **The International Journal of Prosthodontics**. v.15, p.243-247, 2002.
- KUHAR, M. and FUNDUK, N. Effects of polishing techniques on the surface roughness of acrylic denture base resins. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.93, p.76-85, 2005.

- NEPPELENBROEK, K.H.; KUROISHI, E.; HOTTA, J.; MARQUES, V.R.; MOFFA, E.B.; SOARES, S.; URBAN, V.M. Surface properties of multilayered, acrylic resin artificial teeth after immersion in staining beverages. **Journal of Applied Oral Science**. v.23, n.4, p.376-382, 2015.
- PARANHOS, Hde. F.; PERACINI, A.; PISANI, M.X.; OLIVEIRA, Vde. C.; DE SOUZA, R.F.; SILVA-LOVATO, C.H. Color stability, surface roughness and flexural strength of an acrylic resin submitted to simulated overnight immersion in denture cleansers. **Brazilian Dental Journal**. v.24, n.2, p.152-156, 2013.
- POLICASTRO, V.B.; GIRO, G.; LEITE, A.R.; MENDOZA-MARIN, D.O.; PALEARI, A.G.; COMPAGNONI, M.A.; PERO, A.C. In vitro assessment of the abrasion resistance of two types of artificial teeth submitted to brushing. **Journal of Prosthodontics**. v.25, n.6, p.485-488, 2016.
- POWERS, J. M.; WATAHA, J. C. Dental materials: properties and manipulation. **St Louis: Mosby**. v.10, p.68-78, 2012.
- RAHAL, J.S.; MESQUITA, M.F.; HENRIQUES, G.E.; NÓBILO, M.A.; Surface roughness of acrylic resins submitted to mechanical and chemical polishing. **Journal of Oral Rehabilitation**. v.31, p.1075-1079, 2004.
- REN, J.; LIN, H.; HUANG, Q.; ZHENG, G. Determining color difference thresholds in denture base acrylic resin. **The Journal of Prosthetic Dentistry**. v.114, p.702-708, 2015.
- RUTKUNAS, V.; SABALIAUSKAS, V.; MIZUTANI H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. **Dental Materials Journal**. v.29, n.2, p.167-176, 2010.
- SATPATHY, A.; DHAKSHAINI, M. R.; GUJJARI, A. K. An Evaluation of the Adherence of *Candida albicans* on the Surface of Heat Cure Denture Base Material Subjected to Different Stages of Polishing. **Journal of Clinical and Diagnostic Research**. v.7, n.10, p.2360-2363, 2013.
- SINGH, S. V.; AGGARWAL, P. Effect of tea, coffee and turmeric solutions on the colour of denture base acrylic resin: an *in vitro* study. **Journal of Indian Prosthodontic Society**. v.12, p.149-153, 2012.
- SPENCER, H. R.; GARRIAEFF, P. The present status of vulcanite versus plastics as a base plate material. **Contact Point**. v.27, p.263-267, 1949.
- TYROVOLAS, S.; KOYANAGI, A.; PANAGIOTAKOS, D.B.; HARO, J.M.; KASSEBAUM, N.J.; CHREPA, V.; KOTSAKIS, G.A. Population prevalence of edentulism and its association with depression and self-rated health. **Scientific Reports**. v.17, n.6, 2016.
- YIU, C.K.; KING, N.M.; PASHLEY, D.H.; SUH, B.I.; CARVALHO, R.M.; CARRILHO, M.R.; TAY, F.R. Effect of resin hydrophilicity and water storage on resin strength. **Biomaterials**. v.25, p.5789-5796, 2004.

ANEXO A: Normas para submissão de artigos na *Journal of Oral Rehabilitation*

Journal of Oral Rehabilitation

© John Wiley & Sons Ltd



Edited By: Peter Svensson

Impact Factor: 1.926

ISI Journal Citation Reports © Ranking: 2015: 23/91
(Dentistry Oral Surgery & Medicine)

Online ISSN: 1365-2842

Author Guidelines

Relevant Documents: Colour Work Agreement Form

Useful Websites: Submission Site, Author Services, Blackwell Publishing's Ethical Guidelines, Guidelines for Figures

SCOPE

Journal of Oral Rehabilitation is an international journal for those active in research, teaching and practice in oral rehabilitation and strives to reflect the best of evidence-based clinical dentistry. The content of the journal also reflects documentation of the possible side-effects of rehabilitation, and includes prognostic perspectives of the treatment modalities.

Journal of Oral Rehabilitation aims to be the most prestigious journal of dental research within all aspects of oral rehabilitation and applied oral physiology. It covers all diagnostic and clinical management aspects necessary to re-establish a subjective and objective harmonious oral function.

The focus for the journal is to present original research findings; to generate critical reviews and relevant case stories, and to stimulate commentaries and professional debates in Letters to

the Editor. We will invite relevant commercial interests to engage in the journal in order to make it the international forum for debate between dental clinical dental clinical sciences and industry, which share a common goal: to improve the quality of oral rehabilitation.

We would particularly like to encourage the reporting of randomised controlled trials.

We will support our authors by posting the accepted version of articles by NIH grant-holders to PubMed Central upon acceptance by the journal. Authors must ensure that manuscripts are clearly indicated as NIH-funded using the guidelines below.

Keywords: dental disease, dental health, dental materials, gerodontology, oral health, oral medicine, oral physiology, oral prostheses, oral rehabilitation, restorative dentistry, TMD.

POLICIES

Authorship Authors submitting a paper do so on the understanding that the manuscript have been read and approved by all authors and that all authors agree to the submission of the manuscript to the Journal.

Journal of Oral Rehabilitation adheres to the definition of authorship set up by The International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE). According to the ICMJE authorship criteria should be based on 1) substantial contributions to conception and design of, or acquisition of data or analysis and interpretation of data, 2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content and 3) final approval of the version to be published. Authors should meet conditions 1, 2 and 3.

Approvals Experimentation involving human subjects will only be published if such research has been conducted in full accordance with ethical principles, including the World Medical Association Declaration of Helsinki (version, 2002 www.wma.net/e/policy/b3.htm) and the additional requirements, if any, of the country where the research has been carried out. Manuscripts must be accompanied by a statement that the experiments were undertaken with the understanding and written consent of each subject and according to the above mentioned principles. A statement regarding the fact that the study has been independently reviewed and approved by an ethical board should also be included. Editors reserve the right to reject papers if there are doubts as to whether appropriate procedures have been used.

When experimental animals are used the methods section must clearly indicate that adequate measures were taken to minimize pain or discomfort. Experiments should be carried out in accordance with the Guidelines laid down by the National Institute of Health (NIH) in the USA regarding the care and use of animals for experimental procedures or with the European

Communities Council Directive of 24 November 1986 (86/609/EEC) and in accordance with local laws and regulations.

All studies using human or animal subjects should include an explicit statement in the Material and Methods section identifying the review and ethics committee approval for each study, if applicable. Editors reserve the right to reject papers if there is doubt as to whether appropriate procedures have been used.

Consent for publication If individuals might be identified from a publication (e.g. from images or description) authors must obtain explicit informed consent from the individual. Please do not confuse this with consent for the procedure (above). Consent for publication is required for studies involving human subjects – ALL case reports, letters that describe cases and some original articles. Cohort studies are exempt; instead evidence of IRB approval (name of IRB, date of approval and approval code/reference number) must be provided.

Conflict of Interest and Source of Funding Journal of Oral Rehabilitation requires that all authors (both the corresponding author and co-authors) disclose any potential sources of conflict of interest. Any interest or relationship, financial or otherwise that might be perceived as influencing an author's objectivity is considered a potential source of conflict of interest. These must be disclosed when directly relevant or indirectly related to the work that the authors describe in their manuscript. Potential sources of conflict of interest include but are not limited to patent or stock ownership, membership of a company board of directors, membership of an advisory board or committee for a company, and consultancy for or receipt of speaker's fees from a company. If authors are unsure whether a past or present affiliation or relationship should be disclosed in the manuscript, please contact the editorial office at jooredoffice@wiley.com. The existence of a conflict of interest does not preclude publication in this journal.

The above policies are in accordance with the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals produced by the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org/>). It is the responsibility of the corresponding author to have all authors of a manuscript fill out a conflict of interest disclosure form, and to upload all forms together with the manuscript on submission. The disclosure statement should be included under Acknowledgements. Please find the form below:

Conflict of Interest Disclosure Form

Peer review All papers published in *Journal of Oral Rehabilitation* are subject to peer review. Papers that are outside the scope of the journal, that do not comply with the guidelines below or are otherwise judged to be unsuitable by the editor will be rejected without

review. Appropriate papers are sent to at least two independent referees for evaluation. Authors are encouraged to suggest reviewers of international standing. Referees advise on the originality and scientific merit of the paper; the Editor in Chief and editorial board, decide on publication. The Editor-in-Chief's decision is final.

Appeals The decision on a paper is final and cannot be appealed.

PRE-SUBMISSION ADVICE AND PREPARATION

Before submitting your manuscript, ensure that you refer to the requirements below, which explain the file types, structure and supporting information required for a successful submission.

SUBMISSIONS THAT DO NOT CONFORM TO OUR REQUIREMENTS WILL BE UNSUBMITTED. THE EDITOR MAY REJECT YOUR SUBMISSION IF THESE GUIDELINES ARE NOT MET.

Writing should be clear and simple, avoiding excessive use of the passive, and written in good clear 'international' English.

Particularly if English is not your first language, before submitting your manuscript you may wish to have it edited for language. This is not a mandatory step, but may help to ensure that the academic content of your paper is fully understood by journal editors and reviewers. Language editing does not guarantee that your manuscript will be accepted for publication. If you would like information about one such service please see http://authorservices.wiley.com/bauthor/english_language.asp. The Editor may recommend an English Language Editing Service to an author as a condition of acceptance. There are other specialist language editing companies that offer similar services and you can also use any of these. Authors are liable for all costs associated with such services.

Manuscripts and tables In order to be processed by our production team, all files should be editable, prepared in an appropriate word processing package and saved as .doc or .rtf. Please note: PDF (.pdf) is not a .doc or .rtf file format and is therefore **not** an appropriate file type. Manuscripts should be double line spaced with 2.5cm margins. Use 10pt Helvetica font. Headings: main (section) headings [A] in bold sentence case; sub-headings [B] in italic sentence case; sub-sub-headings [C] in italic sentence case with the text continued on the same line.

Figures For help and advice on preparing your artwork, see <http://authorservices.wiley.com/bauthor/illustration.asp>

TIFF and EPS are preferred file formats. Figures should be prepared in an appropriate graphic package and named according to DOS conventions, e.g. 'figure1.tif'. PLEASE NOTE our submission system does not accept RAR files. Space in the print version is limited. Please consider if any of your figures (or tables) could appear online only. Additional figures and tables can be made available on the web version of the journal – please see below.

Line work (vector graphics) and combined images (photographs with lines/ bars)- .ai (Adobe Illustrator)/ Encapsulated PostScript (.eps). There is a 'save as' function in most statistical/spreadsheet packages such as Microsoft Excel that allows files to be saved in eps format.

Lines should not be thinner than 0.25 pts and in-fill patterns and screens should have a density of at least 10%. Use 10pt Helvetica font for labels. The optimal resolution for these images is 600–1200dpi.

Photographs should be saved as high-resolution (300dpi) .tif files at 1.5x desired print size. Lower resolutions (<300 dpi) may compromise output quality.

Supplementary data Supporting material that is too lengthy for inclusion in the full text of the manuscript, but would nevertheless benefit the reader, can be made available by the publisher as online-only content, linked to the online manuscript. The material should not be essential to understanding the conclusions of the paper, but should contain data that is additional or complementary and directly relevant to the article content. Such information might include the study protocols, more detailed methods, extended data sets/data analysis, or additional figures (including).

All material to be considered as supplementary data must be uploaded as such with the manuscript for peer review. It cannot be altered or replaced after the paper has been accepted for publication. Please indicate clearly the material intended as Supplementary Data upon submission. Also ensure that the Supplementary Data is referred to in the main manuscript. Please label these supplementary figures/tables as S1, S2, S3, etc. Full details on how to submit supporting information, can be found at <http://authorservices.wiley.com/bauthor/suppinfo.asp>

Permission to include other's work Permission to reproduce material within the manuscript must be obtained in advance by the corresponding author. Refer to the original publisher, who is responsible for managing the rights of the original author. Expect this to take up to six weeks. Once granted, upload a copy of the approval as a supporting file. An acknowledgement to the source must be made in your text.

SUBMISSION REQUIREMENTS All submissions to *Journal of Oral Rehabilitation* should

conform to the uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals, drawn up by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) see <http://www.icmje.org/>.

General requirements All submissions should include the following:

Main document

1. Title and running head (short title);
2. Article category;
3. First name, middle initial (if any) and family name of all authors – no degree/ titles/ positions of responsibility. All those listed as authors must fulfil the ICMJE criteria;
4. Affiliations should be written after the authors list as follows: Department/Division/Unit name, if any; affiliation name/City (without state)/Country;
5. Correspondence should be written after the affiliations list as follows: write only the title of one corresponding author (Mr/Mrs/Ms/Dr/Prof), first name(s) written with initials only, and followed by the last name – e.g. Dr. J. E. Smith; add Department/Division/Unit name, if any/ affiliation name/Street address/ City/ postal code /Country/ Email address;
6. A structured abstract (summary for review papers);
7. Six MeSH-compliant keywords <http://www.nlm.nih.gov/mesh>
8. Main body containing sections on background, methods, results and conclusions, with the appropriate heading.
9. Disclosure/ Acknowledgements: Indicate at the end of the text before references: 1. Any necessary ethical approval(s); 2. The source of funding for the study; and 3. Any conflict of interest.
10. A reference list in Vancouver style (*Ann. Intern. Med.* 1997; 126: 36-47), in the order made in the text. Example: confirmed by other studies.²³ / ²³ Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* 2009; 339: b2535.

For books, names and initials of all authors, the full title, place of publication, publisher, year of publication and page number should be given.

11. Tables – if appropriate, in tabulate text. Do not embed tables.
12. Figure legends – if appropriate, in a list following the references/ tables. **(Figures must be uploaded additionally as individual graphic files. Please do not embed figures.)**

Accepted article types

Original research – structured abstract of no more than 250 words should include the following: background, objective(s), methods (include design, setting, subject and main outcome measures as appropriate), results and conclusion. Original articles that describe cases require parental/ patient consent. For cohort studies, please upload a copy of your IRB approval. Maximum words – 3000; maximum figures and tables – 6; maximum references – 30.

Reviews – structured summary giving information on methods of selecting the publications cited. Maximum words – 3000; maximum figures and tables – 6; maximum references – no limit.

Case reports – only exceptional reports that have important education or safety messages will be considered. Our current rejection rate is 90%. Conclude with 3 learning points for our readers. All case reports require parental/ patient consent for publication. Maximum words – 2000; maximum figures or tables – 1; maximum references – 5

We work together with Wiley's Open Access journal, *Clinical Case Reports*, to enable rapid publication of good quality case reports that we are unable to accept for publication in our journal. Authors of case reports rejected by our journal will be offered the option of having their case report, along with any related peer reviews, automatically transferred for consideration by the *Clinical Case Reports* editorial team. Authors will not need to reformat or rewrite their manuscript at this stage, and publication decisions will be made a short time after the transfer takes place. *Clinical Case Reports* will consider case reports from every clinical discipline and may include clinical images or clinical videos. *Clinical Case Reports* is an open access journal, and article publication fees apply. For more information please go to www.clinicalcasesjournal.com.

Correspondence – Letters to the editor are encouraged, particularly if they comment, question or criticize original articles that have been published in the journal. Letters that describe cases require parental/ patient consent for publication.

Maximum words – 1500; maximum figures and tables – 1; maximum references – 5.

Guidelines on specific papers

Randomised clinical trials (RCTs) must conform to the CONSORT statement <http://www.consort-statement.org> on the reporting of RCTs. A flow diagram of subjects, the trial protocol, and the registration details of the trial must be included in the paper along with and a numbered checklist provided as supplementary material.

Diagnostic studies must conform to the STARD statement <http://www.stard-statement.org/>. A

flow diagram of subjects, the trial protocol, and the registration details of the trial must be included in the paper along with and a checklist provided as supplementary material.

Qualitative research – authors should refer to the EQUATOR NETWORK resource centre guidance on good research reporting <http://www.equator-network.org>, which has the full suite of reporting guidelines (both quantitative and qualitative).

Observational studies (Epidemiology) please follow the STROBE guidelines <http://www.strobe-statement.org> and submit the study protocol as supplementary material.

Systematic reviews/ meta-analysis of randomised trials and other evaluation studies must conform to PRISMA guidelines <http://www.prisma-statement.org> (these have superseded the QUOROM guidelines) and submit the study protocol as supplementary material.

SUBMISSION Submissions must have been read and approved by **all** authors. Submission of a manuscript implies that it reports unpublished work and that it is not under active consideration for publication elsewhere, nor been accepted for publication, nor been published in full or in part (except in abstract form).

All material to be considered for publication in *Journal of Oral Rehabilitation* should be submitted via the journal's online submission system at ScholarOne Manuscripts <http://mc.manuscriptcentral.com/jor>

Full instructions and support are available on the site and a user ID and password can be obtained on the first visit. If you have any queries please contact Lou Whelan, *Journal of Oral Rehabilitation* Editorial Office: jooredoffice@gmail.com

Once you are ready to submit, check:

Your main document conforms to our requirements; Figures are uploaded as graphic files; Supporting documents are uploaded and designated correctly; and You have completed **all** submission steps.

Failure to do so will result in your files returned to your author centre. You will receive an email detailing corrections required.

ACCEPTANCE

Copyright

If your paper is accepted, the author identified as the formal corresponding author for the paper will receive an email prompting them to login into Author Services; where via the Wiley Author Licensing Service (WALS) they will be able to complete the license agreement on behalf of all authors on the paper.

For authors signing the copyright transfer agreement

If the OnlineOpen option is not selected the corresponding author will be presented with the copyright transfer agreement (CTA) to sign. The terms and conditions of the CTA can be previewed in the samples associated with the Copyright FAQs below:

CTA Terms and Conditions http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright-_301.html

For authors choosing OnlineOpen

If the OnlineOpen option is selected the corresponding author will have a choice of the following Creative Commons License Open Access Agreements (OAA):

Creative Commons Attribution Non-Commercial License OAA

Creative Commons Attribution Non-Commercial -NoDerivs License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright-_301.html and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright-License.html>.

If you select the OnlineOpen option and your research is funded by certain funders [e.g. The Wellcome Trust and members of the Research Councils UK (RCUK) or the Austrian Science Fund (FWF)] you will be given the opportunity to publish your article under a CC-BY license supporting you in complying your Funder requirements. For more information on this policy and the Journal's compliant self-archiving policy please visit: <http://www.wiley.com/go/funderstatement>.

For RCUK, Wellcome Trust, FWF authors click on the link below to preview the terms and conditions of this license:

Creative Commons Attribution License OAA

To preview the terms and conditions of these open access agreements please visit the Copyright FAQs hosted on Wiley Author Services http://exchanges.wiley.com/authors/faqs---copyright-_301.html and visit <http://www.wileyopenaccess.com/details/content/12f25db4c87/Copyright-License.html>.

Colour

Journal policy states authors pay the full cost for the reproduction of their colour artwork. On acceptance of your paper for publication, if you would like for your figures to appear in colour complete and sign the Colour Work Agreement Form (CWAF). The form can be downloaded from **here**.

Once completed, please return the form (hard copy with original signature) to Customer Services via regular mail to the address below:

Customer Services (OPI), John Wiley & Sons Ltd, European Distribution Centre, New Era

Estate, Oldlands Way, Bognor Regis, West Sussex PO22 9NQ, UK

Manuscripts received with colour files WILL NOT be reproduced in colour unless a CWFAP has been received.

Proofs

Proofs will be sent to the corresponding author and should be returned within 48 hours of receipt to avoid delay in publication. Overseas contributors should ensure that a rapid airmail service is used. Authors are encouraged to use E-annotation tools available in Adobe Acrobat Professional or Acrobat Reader (version 7.0 or above) to e-annotate the PDF copy of their proofs, which can be returned electronically.

AUTHOR BENEFITS

Open Access Publishing OnlineOpen is available to authors of primary research articles who wish to make their article available openly 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 openly available upon publication via Wiley Online Library, 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://authorservices.wiley.com/bauthor/onlineopen_order.asp. Prior to acceptance, there is no requirement to inform the 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.

Early View

Journal of Oral Rehabilitation has an Early View service. Early View articles are complete full-text articles published online in advance of their publication. Articles are therefore available as soon as they are ready, rather than having to wait for the next scheduled issue. Early View articles are complete and final. They have been fully reviewed, revised and edited for publication, and the authors' final corrections have been incorporated. Because they are in final form, no changes can be made after Early View publication. The nature of Early View articles means that they do not yet have volume, issue or page numbers, so Early View articles cannot be cited in the traditional way. They are therefore given a Digital Object Identifier (DOI), which, if cited with the journal name and year of publication, allows the article to be cited and

tracked before it is allocated to an issue. After publication, the DOI remains valid and can continue to be used to cite and access the article.

Author Services <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> Online production tracking is available for your article through 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 e-mails at key stages of production so they don't need to contact the production editor to check on progress. Visit <http://authorservices.wiley.com/bauthor/> for more details on online production tracking and for a wealth of resources including FAQs and tips on article preparation, submission and more.

Free access to the final PDF offprint of your article will be available only via Author Services. Please therefore sign up for Author Services if you would like to access your article PDF offprint and enjoy the many other benefits the service offers.

Offprints

Additional paper offprints may be ordered online. Please click on the following link, fill in the necessary details and ensure that you type information in all of the required fields: Offprint.Cosprinters . If you have queries about offprints please email offprint@cosprinters.com.

Back issues

Single issues from current and recent volumes are available at the current single issue price from cs-journals@wiley.com. Previous volumes can be obtained from the Periodicals Service Company, 11 Main Street, Germantown, NY 12526, USA. Email: psc@periodicals.com

Orders from the UK will be subject to the current UK VAT charge. For orders from the rest of the European Union, we will assume that the service is provided for business purposes. Please provide a VAT number for yourself or your institution and ensure you account for your own local VAT correctly.

Video Abstracts

A video abstract can be a quick way to make the message of your research accessible to a much larger audience. Wiley and its partner Research Square offer a service of professionally produced video abstracts, available to authors of articles accepted in this journal. You can learn more about it at www.wileyauthors.com/videoabstracts . If you have any questions, please direct them to videoabstracts@wiley.com