

# Esterilização de guias em resina acrílica por plasma de peróxido de hidrogênio: estudo dimensional linear

*Hydrogen peroxide plasma sterilization of surgical acrylic stents: a linear dimensional study*

Anderson Akio Shigeoka<sup>I</sup> | Daniel Isaac Sendyk<sup>II</sup> | Daniel Falbo Martins de Souza<sup>III</sup> | Maria da Graça Naclério-Homem<sup>IV</sup> | Maria Cristina Zindel Deboni<sup>V</sup>

## RESUMO

Guias cirúrgicos confeccionados em resina acrílica são dispositivos importantes na transposição de planejamento cirúrgico no transoperatório. É obrigatório a todo dispositivo que entrará em contato direto com a ferida cirúrgica que esteja esterilizado para garantir padrões ideais de assepsia e antisepsia no campo operatório. Equipamentos que empregam o plasma de peróxido de hidrogênio para esterilização estão ganhando cada vez mais as centrais de esterilização dos hospitais. Propusemo-nos a verificar, preliminarmente, em um estudo in vitro, se corpos de prova em resina acrílica em formato similar a guias cirúrgicos odontológicos podem sofrer alteração dimensional linear após processo de esterilização por plasma de peróxido de hidrogênio. 45 corpos de prova foram confeccionados em resina acrílica em três espessuras: 1.5mm, 3.0mm e 5.0mm. Foram submetidos à esterilização por plasma de peróxido de hidrogênio por igual período de tempo e temperatura. Imagens dos corpos de prova antes e após o processo foram obtidas digitalmente e formatadas por meio de um programa de computador que permitiu analisar alterações lineares. Os resultados mostraram que apenas os dispositivos de 1.5mm não sofreram alterações lineares estatisticamente significativas. Nos dispositivos acrílicos mais espessos, as alterações foram mais significativas. Estudos tridimensionais são necessários para verificar se essas interferências podem ter importância clínica.

**Unitermos:** Peróxido de hidrogênio; Esterilização; Metilmetacrilato.

## ABSTRACT

Resin surgical stent is an important device to transfer pre surgical planning to the operative moment of a dental implant or an orthognatic surgery. To guarantee asepsis and anti sepsis, it is undeniable that, this critical material has to be sterile once it will be directly in contact with surgical wound. Since the nineties, hydrogen peroxide plasma sterilization equipments have gaining hospital centers for sterilization of materials that are sensible to heat but literature is rare about testing the performance of those devices after that sterilization process. The aim of this preliminary in vitro study is to verify if acrylic specimens shaped as dental stents undergo linear dimensions changes after peroxide hydrogen plasma sterilization process. 45 acrylic specimens were made in three different thicknesses: 1.5mm, 3.0mm and 5.0 mm. Specimens underwent sterilization employing peroxide hydrogen plasma for equal time and temperature. Digital images were kept

I. Mestre em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

II. Mestrando do Departamento de Cirurgia, Prótese e Traumatologia Maxilofaciais da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

III. Doutorando do Departamento de Cirurgia, Prótese e Traumatologia Maxilofaciais pela Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo e Coordenador do Programa de Residência em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial do Conjunto Hospitalar do Mandaqui – SP.

IV. Professora Associada do Departamento de Cirurgia, Prótese e Traumatologia Maxilofaciais da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo.

from the specimens before and after the sterilization process and were analyzed by digital software comparing three linear dimensions in each specimen. The results showed that only 1.5mm specimens did not underwent significant linear extent changes. Tri-dimensional studies are necessary to conclude that those interferences are clinically important.

**Key words:** hydrogen peroxide; Sterilization; Methylmethacrylate.

## INTRODUÇÃO

A transposição do planejamento cirúrgico feita em um modelo de estudo em gesso para o paciente durante o ato operatório nas cirurgias ortognáticas<sup>1</sup> e em alguns protocolos em implantodontia é feita por meio de guias cirúrgicos em resina acrílica.<sup>2</sup> Pela praticidade, os guias são geralmente confeccionados em resina acrílica autopolimerizável.<sup>3,4</sup> Entretanto, esse dispositivo em material termo-sensível impõe alguma dificuldade quanto ao processo de esterilização por meios convencionais, como o calor seco ou o calor úmido devido ao risco de ocorrerem alterações dimensionais.

Toda cirurgia realizada em ambiente hospitalar ou ambulatorial requer a manutenção de rigorosos padrões de antisepsia.<sup>5</sup> Apesar do baixo índice de infecção da ferida relatado em cirurgia ortognática e de instalação de implantes, temos como princípio que todos os materiais e instrumentais que irão entrar em contato com o campo operatório devem ser mantidos estéreis, e evitando-se o risco de infecção.<sup>6,7</sup> Além disto, as Comissões de Controle de Infecção Hospitalar estabelecem a necessidade da rigorosa manutenção da cadeia asséptica em salas de cirurgia.<sup>8</sup>

A literatura é bastante escassa em relação aos meios de esterilização de polímeros, apesar de seu uso ser citado em várias áreas da medicina, como na neurocirurgia e ortopedia.<sup>9</sup> Alternativas quanto à utilização de meios químicos, como o óxido de

etileno e o formaldeído, além de não representarem praticidade, podem gerar toxicidade e risco de carcinogênese.<sup>10,11</sup> Substâncias, como o ácido peracético, já foram propostas como adequadas para a desinfecção em altos níveis e a esterilização de dispositivos em acrílico ou material similar.<sup>12,13</sup>

A necessidade de esterilização desse tipo de material levou ao desenvolvimento e à aplicação de tecnologias que utilizem o plasma de peróxido de hidrogênio com efetividade e segurança.<sup>14,15</sup> Muitos hospitais na atualidade possuem equipamentos em suas centrais de esterilização que utilizam essa tecnologia, embora não haja estudos que mostrem se a utilização desse processo de esterilização poderia alterar dimensionalmente guias cirúrgicos confeccionados em resina acrílica.

Diante desse contexto, propusemo-nos a analisar, preliminarmente, as alterações dimensionais lineares que protótipos de guias acrílicos em três diferentes espessuras poderiam sofrer, quando submetidos ao processo de esterilização por plasma de peróxido de hidrogênio.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram confeccionados corpos de prova em resina acrílica incolor ativada quimicamente (Clássico®, São Paulo, Brasil), utilizando-se uma mufla usinada em alumínio projetada no programa AutocadTM1.4, com aberturas de três moldes em forma de ferradura com espessuras diferentes 1.5, 3.0 e 5.0 milímetros. Cada um dos moldes apresentava marcações em baixo relevo de três círculos (1.0 mm de profundidade por 5.0 mm de diâmetro) localizado nas duas extremidades e na região mais anterior e no interior de cada círculo uma ranhura (baixo relevo) em formato de cruz, com 0.5 mm de espessura.

Para a confecção dos corpos de prova, o polímero poli metilmetacrilato apresentado na forma de pó, foi misturado ao monômero na forma líquida,

na proporção indicada pelo fabricante (pó/líquido 2,5 pelo volume) e acondicionado em um recipiente de vidro com tampa. Quando a mistura atingiu a fase plástica, a substância foi modelada e inserida nos moldes. A mufla foi fechada sob pressão, e, após três horas, 15 corpos de prova de cada uma das três espessuras foram removidos dos moldes.

Vinte e quatro horas após a polimerização, cada corpo de prova foi submetido à digitalização de sua imagem em 1200 dpi, 24 bit de cor e escala 100% do original, por meio de um escâner de mesa HP PSC 2410. As imagens adquiridas foram processadas pelo software Adobe Photoshop™ CS2. Após o enquadramento, as cores foram removidas, e a imagem transformada para escala de cinza (Figura 1).

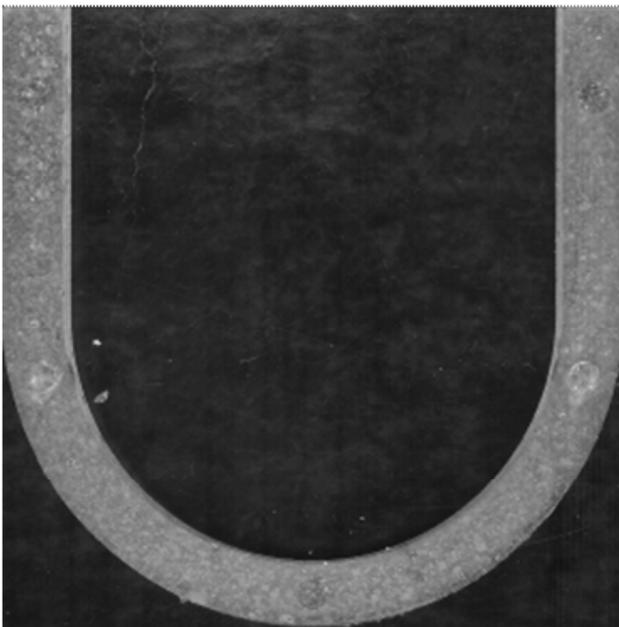


Figura 1. Imagem digitalizada do corpo de prova.

No programa Corel Trace™ 12, Corel™, a imagem foi transferida para o modo branco e preto, impedindo que alterações nas tonalidades de cinza pudessem prejudicar o processo de vetorização da imagem (Figura 2). As imagens foram, então, analisadas pelo programa Corel Draw™ 12. Para a realização das mensurações, as imagens foram ampliadas em 1500% (Figura

3). O ângulo reto formado pela cruz foi definido para referência. A ferramenta “círculo” com preenchimento em vermelho definiu o ângulo contralateral. Esse procedimento foi realizado nas três marcações, estabelecendo-se os três pontos para medição. Na sequência, três retas (A, B e C) foram traçadas, ligando os três pontos (Figura 4).

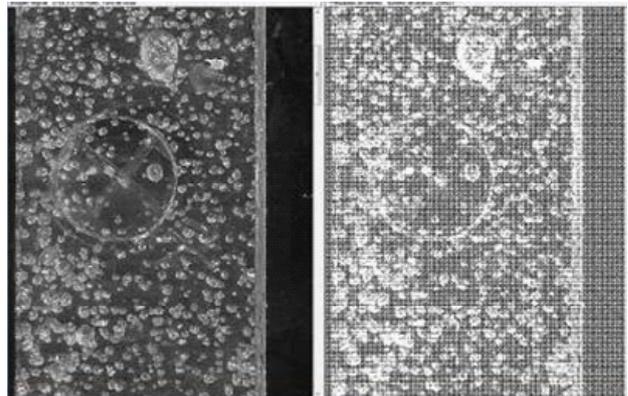


Figura 2. Vetorização da imagem digitalizada.

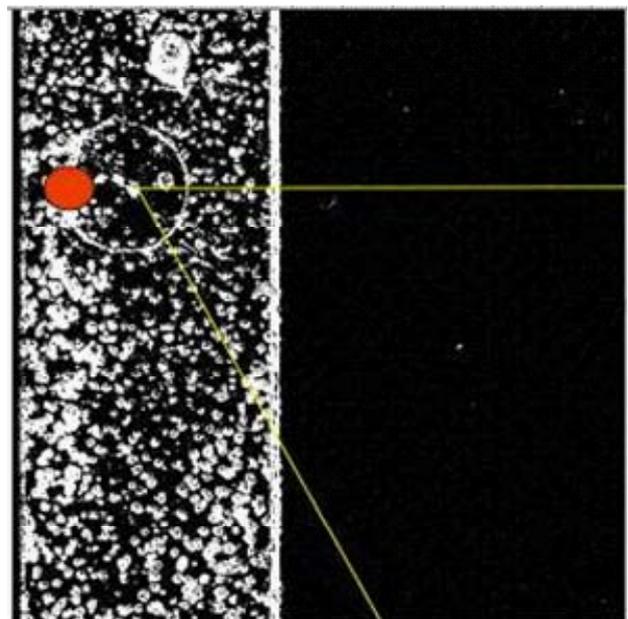


Figura 3. Imagem ampliada em 1500%. A esfera vermelha corresponde ao ponto do ângulo contralateral escolhido para se realizarem as mensurações.

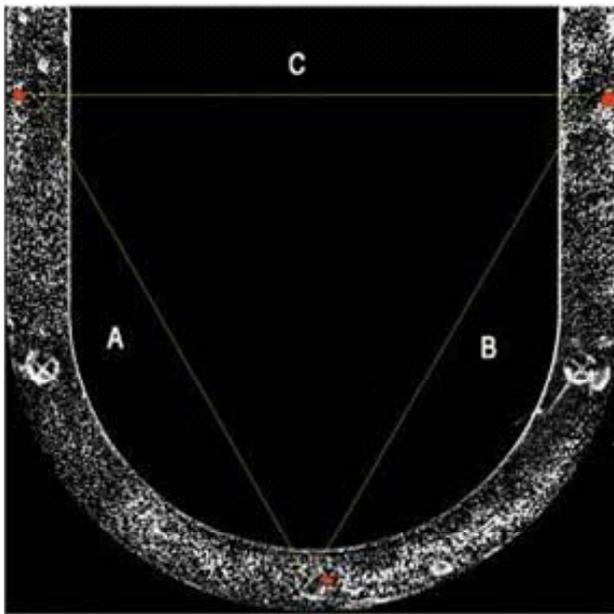


Figura 4. Tracejado das retas A, B e C para mensurações.

Após as imagens e mensurações pré-esterilização, os corpos de prova foram acondicionados em embalagens apropriadas para o sistema de esterilização de plasma de peróxido de hidrogênio. Foram, então, processados em um equipamento SterradTM 100 (Johnson & JohnsonTM) por 55 minutos em uma temperatura máxima de 55°C sob umidade relativa (sem condensação) de 30 a 75%. Depois do processo de esterilização, os corpos de prova sofreram nova digitalização, e, novamente, as imagens obtidas foram submetidas a novas mensurações (Corpos de Prova - SR).

Os traçados e as mensurações foram realizados por três observadores calibrados para os dois momentos pré e pós-esterilização. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Friedman, para avaliar a homogeneidade dos dados das mensurações entre os observadores e ao Teste de Wilcoxon para avaliar diferenças entre os momentos empregando o programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences), em sua versão 13.0.

## RESULTADOS

Os dados obtidos por meio das mensurações dos três observadores demonstraram serem estatisticamen-

te semelhantes ( $p < 0,05$ ). Dessa forma, optou-se por sortear o rol das mensurações de um dos observadores para análise estatística dos resultados das medidas do teste entre os momentos a serem avaliados.

Os corpos de prova com 1.5 mm de espessura não mostraram diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre os dois momentos, antes e após o processo de esterilização. Já entretanto, nas espessuras de 3.0 mm e 5.0 mm, pudemos observar diferenças estatisticamente significantes em duas medidas (Tabela 1) em C no corpo de prova de 3.0 mm e B no de 5.0 mm, enquanto a medida A tem um valor de  $p$  muito próximo de ser estatisticamente significativa ( $p = 0,53$ ).

Tabela 1 – Médias das mensurações dos comprimentos das retas A, B e C nos corpos de prova antes e após o processo de esterilização por plasma de hidrogênio

Par de Momentos	n	Média ( $\pm DP$ ) (cm)	p
A_15	15	91,515( $\pm 0,443$ )	0,307
	15	91,411( $\pm 0,359$ )	
B_15	15	91,847( $\pm 0,362$ )	0,532
B_SR_15	15	91,831( $\pm 0,322$ )	
C_15	15	89,896( $\pm 0,293$ )	0,379
C_SR_15	15	89,831( $\pm 0,338$ )	
A_30	15	91,363( $\pm 0,225$ )	0,191
A_SR_30	15	91,337( $\pm 0,233$ )	
B_30	15	91,506( $\pm 0,257$ )	0,125
B_SR_30	15	91,471( $\pm 0,247$ )	
C_30	15	89,148( $\pm 0,425$ )	0,011*
C_SR_30	15	89,052( $\pm 0,422$ )	
A_50	15	91,302( $\pm 0,343$ )	0,053
A_SR_50	15	91,233( $\pm 0,293$ )	
B_50	15	91,568( $\pm 0,364$ )	0,017*
B_SR_50	15	90,485( $\pm 0,385$ )	
C_50	15	89,344( $\pm 0,446$ )	0,233
C_SR_50	15	89,282( $\pm 0,412$ )	

Teste de Wilcoxon

\*Significância  $p \leq 0,05$

A, B e C – Retas demarcadas para aferição em comprimento (cm). SR - corpos após o processo de esterilização pelo plasma de hidrogênio. 15= corpo de prova com 1,5mm de espessura; 30= corpo de prova com 3,0mm de espessura e 50= corpo de prova com 5,0mm de espessura.

Observou-se que existe uma alteração física dos corpos de prova após o processo de esterilização, em vez que houve mudança de cor, passando do branco/transparente para uma coloração marrom/avermelhada.

## DISCUSSÃO

Guias cirúrgicos, como todo material crítico, mesmo que de uso transitório, devem ser esterilizados, uma vez que entrarão em contato direto ou indiretamente com o campo operatório. Qualquer material introduzido no corpo humano, mesmo que de maneira transitória, deve estar estéril, a fim de evitar infecções.<sup>5</sup>

O conceito de esterilização é, de certa forma, difícil de ser comprovado pela existência dos príons, por exemplo, que são resistentes ao calor úmido e ao óxido de etileno.<sup>16</sup> Entretanto é premissa básica que a manipulação de tecidos cruentos deve respeitar os princípios da assepsia e antisepsia e todo profissional deve ter atenção máxima à não colonização de feridas cirúrgicas por microrganismos.

Nas cirurgias ortognáticas, as infecções pós-operatórias são raras, variando de 1% a 7,3%. As infecções são causadas, prioritariamente, por micro-organismos nativos da cavidade oral, mas podem originar-se também de microrganismos presentes nos instrumentais ou outros dispositivos usados durante o procedimento cirúrgico.<sup>6,7,17</sup>

A literatura é escassa quanto à esterilização de guias cirúrgicos. Alguns autores sugerem a confecção de guias em resina acrílica fotopolimerizada (dimetacrilato), que potencialmente pode ser esterilizada na autoclave<sup>9</sup> todavia não há comprovação de estabilidade dimensional do dispositivo após esse processo. A esterilização por glutaraldeído foi proposta anteriormente para guias cirúrgicos confeccionados em polímeros termoplásticos.<sup>18</sup> Todavia, principalmente devido a sua alta toxicidade, o uso dessa substância foi proibido.<sup>10,11</sup> Além disso, não há comprovação quanto a sua

eficácia contra micro-organismos esporulados.<sup>18</sup>

A utilização de outros meios químicos, como agentes fenólicos e hipoclorito, podem levar muito tempo para sua ação de esterilização e/ou desinfecção, além de poderem deteriorar as cadeias poliméricas da estrutura. Grandes dosagens de radiação por isótopos radioativos também geram quebra de polímeros ou recombinação das ligações de polímero que podem prejudicar o desempenho dos dispositivos.<sup>19</sup>

O ácido peracético é uma alternativa para ser utilizado como meio químico de esterilização. Embora alguns autores mostraram que pode haver alteração na rugosidade de superfície e na coloração do dispositivo pelo uso do ácido peracético<sup>20</sup>, esses fatos não acarretam implicações clínicas importantes para utilização sobre a mucosa hígida. Acreditamos que como o ácido peracético é utilizado em forma líquida e, como ele é parcialmente absorvido pela porosidade da resina acrílica, algum risco de irritação na ferida cirúrgica pode ocorrer.

O método de esterilização por meio do plasma de hidrogênio teve início nos anos noventa com o objetivo de esterilizar os dispositivos e equipamentos para uso direto e indireto em cirurgias, confeccionados em material sensível a outros métodos.<sup>14,15</sup> Além disso, a utilização desse método leva à formação de radicais livres ambientalmente amigáveis, como oxigênio e a água, o que não acontece com a maioria dos métodos químicos.<sup>14</sup>

Os guias acrílicos utilizados em cirurgias devem apresentar uma espessura máxima que não interfira na técnica cirúrgica proposta. Em implantodontia, cada caso clínico exige um aparato específico, mas a espessura máxima que os guias devem possuir não deve ultrapassar a 3 mm.<sup>13</sup> Espessuras maiores podem interferir negativamente com a precisão da adaptação na inserção dos implantes em uma cirurgia guiada.

Em cirurgia ortognática, os guias cirúrgicos devem apresentar a menor espessura possível que não

o torne muito frágil. A espessura de 1,5mm parece ser a adequada para a maioria dos casos. Embora o uso de guias cirúrgicos mais espessos tenha sido questionado, pois o articulador pode não reproduzir fielmente os movimentos condilares, modificando o posicionamento vertical da maxila, alguns chamam a atenção para que, quando grandes avanços verticais da maxila são necessários, a espessura pode ser de 5 mm ou mais.<sup>19</sup>

As medidas obtidas antes e após o processo de esterilização pelo plasma de peróxido de hidrogênio dos corpos de prova com 1,5mm não foram estatisticamente diferentes. Assim, podemos acreditar que este seja um método seguro para guias acrílicos nessa espessura. Como a esterilização por esse processo é acreditada por muitos centros cirúrgicos hospitalares, sugerimos que esta deva ser o método de escolha para a manutenção da assepsia desses dispositivos.

Os corpos de prova de espessuras maiores ou iguais a 3,0 mm apresentaram alterações dimensionais. Sabemos, no entanto, que as resinas acrílicas quimicamente ativadas, apresentam de 3% a 5% de monômero livre após a polimerização<sup>19</sup>, portanto o grau de contração pode ter ocorrido diretamente proporcional ao volume de monômero livre.

A alteração de coloração que ocorreu com alguns corpos de prova pode ser explicada da mesma forma que ocorreu com os corpos de prova em resina de outros autores<sup>12, 20</sup> que empregaram o ácido peracético ou hipoclorito de sódio para esterilização. A explicação provável é que materiais em resina guardam porosidades em que os meios químicos de esterilização podem agir oxidando aminas terciárias presentes no poli (metil metacrilato) do monômero residual. Essas alterações, contudo, não representam implicações clínicas importantes.<sup>21</sup>

O presente estudo mostrou que algumas dimensões lineares podem se tornar alteradas após o processo de esterilização por plasma de hidrogênio. Outros estudos que verifiquem se estas alterações

em uma análise tridimensional possam influenciar em algum resultado clínico negativo do emprego dos guias em resina acrílica são desejáveis. O plasma de peróxido de hidrogênio parece ser uma alternativa viável para esterilização de guias cirúrgicos utilizados em cirurgias em que não haja a necessidade de grandes espessuras.

## CONCLUSÃO

A esterilização de corpos de prova em resina não promoveu alterações dimensionais lineares significativas em guias com menos de 1,5 mm de espessura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Eckhardt CE, Cunningham SJ. How predictable is orthognatic surgy? *Eur J Orthod.* 2004 Jun;26(3):303-9.
2. Shotwell JL; Billy EJ; Wang HL; Oh TL. Implant surgical guide fabrication. *J Prosth Dent* 93(3):294-7.
3. Posnick JC, Ricalde P, Ng P. A modified approach to "model planning" in orthognatic surgery for patients without a reliable centric relation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2006 Feb;64(2): 347-56.
4. Metzger MC, Hohlweg-Majert B, Schwartz U, Teschner M, Manner B, Schmelzeisen R. Manufacturing splints for orthognathic surgery using a three-dimensional printer. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105: e1-e7.
5. Kowalski JB, Morrisey RF. Sterilization of implants and devices. In: Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE. *Biomaterilas Science: An introduction to materials used in medicine*, 2nd Edition: Amsterdam. Elseviser, 2004.
6. Chow LK, Singh B, Chiu WK, Samman N. Pre-

- valence of postoperative complications after orthognathic surgery: a 15-year review. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007 May;65(5): 984-92.
7. Kim SG, Park SS. Incidence of complications and problems related to orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surgery.* 2007 Dec; 65(12):2438-44.
  8. Ministério da Saúde – Programa Nacional de Controle de Infecção Hospitalar - Portaria nº 2616, de 12 de maio de 1998 – Acesso: em 20 de junho de 2013: [www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/index.htm](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/controle/index.htm)
  9. Park J, Lakes RS. Polymeric implant materials. In: Park J, Lakes RS. *Biomaterials: an introduction* New York: Springer, 2007.
  10. Rideout K, Teschke K, Dimich-Ward H, Kennedy SM. Considering risks to healthcare workers from glutaraldehyde alternatives in high-level disinfection. *J Hosp Infect.* 2005 Jan;59(1):4-11.
  11. Takigawa T, Endo Y. Effects of glutaraldehyde exposure on human health. *J Occup Health.* 2006; 48: 75-87.
  12. Chassot AL, Poisl MI, Samuel SM. In vivo and in vitro evaluation of the efficacy of a peracetic acid-based disinfectant for decontamination of acrylic resins. *Braz Dent J.* 2006;17(2):117-21.
  13. Choi JH, Kim Y, Yi TK, Jung J, Kim Y, Park S. Optimized marker for template-guided intraoral surgery. *Stud Health Technol Inform.* 2013;184:85-91.
  14. Barbee SL, Weber DJ, Sobsey MD, Rutala WA. Inactivation of *Cryptosporidium parvum* oocyst infectivity by disinfection and sterilization processes. *Gastrointest Endosc.* 1999 May; 49(5): 605-11.
  15. Favero M. Hydrogen peroxide gas plasma low temperature sterilization. *Inf Control Today* 2000;4:44-6
  16. Azarpazhooh A, Fillery ED. Prion disease: the implications for dentistry. *J Endod.* 2008; 34: 1158-66.
  17. Spacey YJ, Bettens RM, Mommaerts MY, Adriens J, Van Landuyt HW, Abeloos JV. A prospective study on infectious complications in orthognathic surgey. *J Craniomaxillofac Surg.* 2005 Feb;33(1): 24-9.
  18. Acosta-Gío AE, Rueda-Patino JL, Sánchez-Pérez L. Sporidical activity in liquid chemical products to sterilize or high-level disinfect medical and dental instruments. *Am J Infect Control.* 2005 Jun; 33(5): 307-9.
  19. Landes C. Photocure acrylic individual splints in orthognathic surgery. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001 Dec;92(6): 601
  - 20.. Cooper SI, Visser AS, Hergenrother RW, Lmaba NMK. Classes of materials used in medicine: Polymers. In: Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE. *Biomaterilas Science: An introduction to materials used in medicine*, 2nd Edition: Amsterdam. Elseviser, 2004.
  21. Fernandes FH, Orsi IA, Villabona CA. Effects of the peracetic acid and sodium hypochlorite on the colour stability and surface roughness of the denture base acrylic resins polymerised by microwave and water bath methods. *Gerodontology.* 2013 Mar;30(1):18-25. doi: 10.1111/j.1741-2358.2012.00640.x

#### ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA

Maria Cristina Zindel Deboni  
 Av. Prof. Lineu Prestes, 2227. Butantã  
 São Paulo – SP/ Brasil  
 CEP 05508 000  
 Tel/fax: + 55 11 3091 7832  
 email: mczdebon@usp.br

