

Influência do ácido peracético na resistência à flexão e rugosidade das cerâmicas do sistema Procera AllCeram®

Peracetic acid influence on flexural strength and roughness of the Procera AllCeram™ ceramic system

Fernanda Zanella Arruda*
Érika de Oliveira Dias de Macedo**
Eduardo Schwartzer***
Vicente Castelo Branco Leitune****
Fabrício Mezzomo Collares*****
Susana Maria Werner Samuel*****

Resumo

Objetivo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da imersão em ácido peracético sobre a resistência à flexão e rugosidade das cerâmicas do sistema Procera AllCeram®. **Métodos:** Para cada ensaio foram analisados o grupo de controle e o experimental, cuja variável foi a imersão em ácido peracético (0,2%) por 50min. A resistência à flexão biaxial foi avaliada de acordo com a especificação 6872-08 da International Organization Standardization (ISO). A rugosidade (R_a em μm) foi avaliada em rugosímetro. Para este estudo foram confeccionados trinta corpos-de-prova para cerâmica Procera® e 30 para AllCeram®, sendo vinte para o ensaio de resistência à flexão (dez unidades para o grupo de controle e dez para o grupo teste) e dez corpos-de-prova para o ensaio de rugosidade. **Resultados:** Os valores médios (MPa) da resistência à flexão $\pm$ desvio-padrão dos grupos de controle e experimental do Procera® e AllCeram® foram, respectivamente: 441 ± 115 ; 412 ± 45 ; $77 \pm 3,6$ e 87 ± 15 . Os valores médios (μm) da rugosidade $\pm$ desvio-padrão dos grupos de controle e experimental do Procera® e AllCeram® foram, respectivamente: $0,090 \pm 0,014$; $0,086 \pm 0,009$; $0,022 \pm 0,004$ e $0,021 \pm 0,006$. Todos os corpos-de-prova atingiram os critérios exigi-

dos quanto à resistência à flexão quando comparados com a ISO 6872-08. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos teste e de controle tanto para resistência à flexão quanto para a rugosidade, mostrando que não houve influência significativa do ácido peracético nessas propriedades. **Conclusão:** Baseado na metodologia realizada, a imersão em ácido peracético não influenciou deletariamente nas propriedades das cerâmicas do sistema Procera AllCeram®.

Palavras-chave: Cerâmica. Ácido peracético. Resistência de materiais.

Introdução

As restaurações de cerâmica têm conquistado amplo espaço na odontologia nas últimas décadas, tendo aumentado o seu uso. O desenvolvimento de cerâmicas com propriedades melhoradas tem permitido seu uso em restaurações unitárias, ou de mais de um elemento na confecção de próteses fixas sem subestrutura metálica. O processo de reabili-

* Mestra em Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
** Aluna do curso de mestrado em Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
*** Aluno do curso de mestrado em Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
**** Aluno do curso de doutorado em Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.
***** Doutor em Materiais Dentários, professor Adjunto da Faculdade de Odontologia da UFRGS; Departamento de Odontologia Conservadora; Laboratório de Materiais dentários; Porto Alegre, RS, Brasil.
***** Doutora em Materiais Dentários, professora Titular da Faculdade de Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFRGS, Porto Alegre, RS, Brasil.

tação protética requer provas em boca que envolve várias consultas, expondo os profissionais da área da odontologia a microrganismos, como *Enterobacter cloacae*, *Escherichia coli*, *Klebsiella oxytoca*, *Bacillus Subtilis*, *Mycobacterium tuberculosis*, que podem transmitir doenças infecciosas. Procedimentos efetivos no controle da infecção no consultório odontológico e no laboratório dentário devem ser realizados, prevenindo a contaminação cruzada¹.

O Ministério da Saúde brasileiro, por meio do guia "Orientações Gerais para as Centrais de Esterilização", recomenda o uso do glutaraldeído a 2% como solução para esterilização². Entretanto, esse material é tóxico e necessita de cuidados adicionais quando de sua manipulação e descarte dos resíduos². O hipoclorito de sódio também é utilizado, porém com restrições, em virtude de sua ação descolorante, instabilidade e toxicidade³. O ácido peracético parece ser uma nova opção, pois é biocompatível e biodegradável, com comprovada capacidade esterilizadora/desinfetante, de rápida atuação e eficácia contra bactérias, fungos e bactérias esporuladas, sendo já utilizado em âmbito hospitalar para diversos fins, como esterilização/desinfecção de artigos termossensíveis como endoscópios de fibra óptica, colonoscópio e laparoscópio, materiais de oxigenoterapia e de inaloterapia⁴. Em odontologia, sua eficácia tem sido comprovada em resinas acrílicas, e sua influência sobre propriedades como dureza, sorção e solubilidade nesses materiais não tem demonstrado ser significativa^{5,6}.

A aplicação incorreta do desinfetante de acordo com o tipo de superfície pode afetar as propriedades físicas ou mecânicas dos materiais submetidos ao processo de desinfecção^{7,8}. A influência do ácido peracético sobre as propriedades dos materiais cerâmicos odontológicos ainda é pouco conhecida. O sistema Procera AllCeram[®] foi escolhido em razão das suas excelentes propriedades mecânicas e estéticas⁹. Portanto, este trabalho testou a hipótese nula de que a imersão em ácido peracético (0,2%) não influenciaria nas propriedades de resistência à flexão e rugosidade da superfície das cerâmicas do sistema Procera AllCeram[®].

Materiais e método

Espécimes da cerâmica de estrutura Procera[®] (Nobel Biocare, Gotemburgo, Suécia) foram confeccionados por meio do sistema CAD/CAM, sinterizados e fresados. Na confecção dos corpos-de-prova AllCeram[®] (Ducera, Dental GmbH, Rosbach, Alemanha) foi utilizado pó cerâmico da cor DD2 misturado ao líquido, de acordo com as instruções do fabricante, utilizando uma matriz metálica com 1,6 ± 0,1 mm de espessura e um orifício no centro com 16 ± 0,2 mm de diâmetro.

Após a conformação do corpo-de-prova, a matriz foi removida e os corpos-de-prova permane-

ram em temperatura ambiente por 10min. A seguir, foram levados ao forno para cerâmica modelo FV-I[®] (EDG, São Carlos, SP, Brasil) durante 3min para secagem e mais 3min para o pré-aquecimento. A temperatura inicial do forno foi de 535 °C, com elevação de 55 °C/min até que atingisse 920 °C e se formasse o vácuo, sendo mantido por 1min. Logo após, o vácuo era desfeito e a temperatura regredia aos valores iniciais. Ao final, o refratário e os corpos-de-prova foram retirados do forno e ficaram resfriados em temperatura ambiente por 30min.

Antes da realização dos ensaios de resistência à flexão, os grupos teste foram imersos em ácido peracético Sterilife[®] (Lifemed Produtos Médicos Comércio Ltda., São Paulo, SP, Brasil), composto por 0,25 g de ácido peracético como princípio ativo; 3,50 g de peróxido de hidrogênio e 1,70 g de ácido acético como coadjuvantes; 94,05 g de água usada como veículo; 0,50 g de ácido (1-hidroxietilideno)-1, 1-difosfônico como estabilizante e 0,08 g de benzo-triazol, 0,05 g molibdato de sódio e 1,12 g de fosfato dissódico como anticorrosivo por 10min diários com posterior lavagem em água destilada estéril pelo mesmo período, durante cinco dias.

De acordo com a especificação ISO 6872-2008, para avaliação de resistência à flexão dos vinte corpos-de-prova utilizados, dez fizeram parte do grupo de controle e dez do experimental¹⁰. O diâmetro e a espessura dos corpos-de-prova foram aferidos previamente utilizando-se paquímetro digital, sendo feitas quatro medidas para a espessura e para o diâmetro. Posteriormente, foram calculados espessuras e diâmetros médios dos corpos-de-prova.

O ensaio de resistência biaxial foi realizado numa máquina de ensaios universal EMIC DL-2000[®] (São José do Pinhais, PR, Brasil), utilizando-se uma pré-carga de 0,1 N perpendicularmente sobre os espécimes, por meio de um pistão com extremidade plana e um diâmetro de 1,2 mm, com uma velocidade de 1,0 mm/min até a fratura dos corpos-de-prova.

Os resultados de resistência à flexão para o ensaio foram calculados pela equação:

$$\sigma = -0,2387P(X-Y)/b^2$$

em que: σ = resistência máxima no centro do corpo-de-prova (MPa); P = carga total causadora da fratura (N); $X = (1+\nu)1n(r_2/r_3)^2 + [(1-\nu)/2](r_2/r_3)^2$; $Y = (1+\nu)[1+1n(r_1/r_3)^2] + (1-\nu)(r_1/r_3)^2$ sendo ν o coeficiente de Poisson, que é 0,25; r_1 , o raio do círculo suporte (mm); r_2 , o raio da área da ponta ativa do pistão (mm); r_3 , o raio do corpo de prova (mm); b , a espessura do corpo-de-prova na origem da fratura (mm)¹⁰.

De acordo com a ISO 6872/2008, o material cerâmico classe 1 (AllCeram[®]) é aprovado quanto à resistência à flexão se a média obtida for de, no mínimo, 50 MPa. Para o material cerâmico classe 4 (Procera[®]) a exigência sobre a resistência à flexão é de 300 MPa¹⁰.

Rugosidade

Para o ensaio de rugosidade foram confeccionados dez corpos-de-prova para cada tipo de cerâmica, sendo incluídos numa matriz de resina acrílica. Posteriormente, foi feito polimento sob refrigeração por meio de uma politriz (Strues Abramin®, Ballerup, Dinamarca, Alemanha), utilizando lixas a base de carbetto de silício de granulação 200, 400, 600 e 1200 durante 5min cada.

Dez corpos-de-prova da cerâmica Procera® e AllCeram® foram submetidos a três medidas da rugosidade por espécime para obtenção da rugosidade média do grupo de controle. A seguir, esses corpos-de-prova foram submetidos ao mesmo processo de desinfecção descrito para o ensaio de resistência à flexão e novamente submetidos à análise da rugosidade pelo rugosímetro SJ 201® (Mitutoyo, Kawasaki, Kanagawa, Japão), utilizando-se o parâmetro Ra (média aritmética entre os picos e vales dividida pela distância percorrida pelo apalpador em linha reta) num trecho de 4,8 mm, ilustrado na Figura 1.

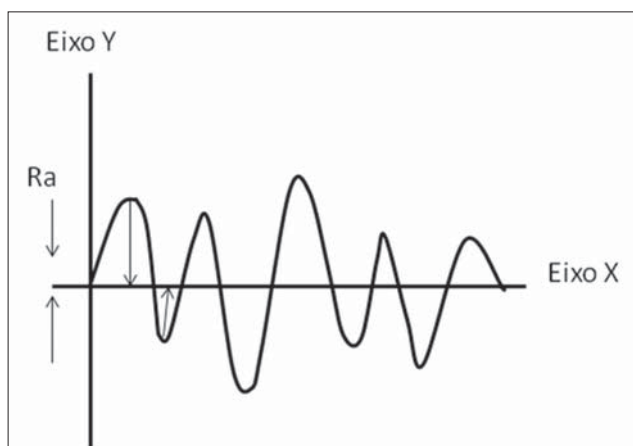


Figura 1: Representação gráfica da média de rugosidade (Ra)

Análise estatística

Os resultados da resistência à flexão dos grupos de controle e experimental tanto da cerâmica Procera® quanto AllCeram® foram submetidos ao teste “t” de Student não pareado. Para o ensaio de rugosidade foi utilizado o teste “t” de amostras pareadas.

Resultados

Na Tabela 1 estão representados os resultados da resistência à flexão das cerâmicas Procera e AllCeram para os grupos controle e experimental.

Tabela 1: Média e desvio-padrão da resistência à flexão (MPa) das cerâmicas Procera® e AllCeram®

Grupos	n	Controle	Ácido peracético
Procera®	10	440,7 (±114,77)	411,6 (±45,02)
AllCeram®	10	76,5 (±3,59)	86,5 (±15,41)

* Não houve diferença significativa entre os grupos de controle e ácido peracético para as duas cerâmicas testadas ($p > 0,05$).

Os resultados apresentados mostram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimental e de controle tanto para a cerâmica Procera® ($p = 0,46$) quanto para AllCeram® ($p = 0,06$) em relação à resistência à flexão.

Na Tabela 2 estão representados os resultados da rugosidade das cerâmicas Procera® e AllCeram® para os grupos de controle e experimental.

Tabela 2: Média e desvio-padrão da rugosidade superficial (μm) das cerâmicas Procera® e AllCeram®

Grupos	n	Controle	Ácido peracético
Procera®	10	0,09 (±0,014)	0,086 (±0,009)
AllCeram®	10	0,022 (±0,004)	0,021 (±0,006)

* Não houve diferença significativa entre os grupos de controle e ácido peracético para as duas cerâmicas testadas ($p > 0,05$).

Os resultados apresentados não demonstram diferença estatisticamente significativa entre os grupos experimental e de controle tanto para a cerâmica Procera® ($p = 0,36$) quanto para AllCeram® ($p = 0,59$) em relação à rugosidade de superfície.

Discussão

A resistência à flexão das cerâmicas está diretamente relacionada ao seu comportamento clínico; assim, quanto menores os valores de resistência, maiores as chances de falha na restauração. A rugosidade tem íntima relação com a estética e o seu aumento poderia estar relacionado a um processo de solubilização desencadeado pelo agente desinfetante, o que interferiria não só na estética como também poderia provocar desconforto e retenção mecânica de resíduos e/ou microrganismos, gerando consequências deletérias e que poderiam, como resultado final, reduzir a vida útil da restauração¹¹⁻¹⁵. De acordo com estudo de McLean¹⁶ (1991), as cerâmicas com alta resistência mecânica e deficiente acabamento superficial podem ter desempenho clínico inferior àquelas com menor resistência mecânica e sem falhas na superfície. Estudos têm demonstrado que substâncias como flúor tópico podem afetar o glazeamento e, conseqüentemente, a textura de superfície de porcelanas utilizadas em restaurações metalocerâmicas^{17,18}. No presente estudo, o ácido peracético demonstrou não influenciar nessa propriedade.

Em relação à resistência à flexão, todos os corpos-de-prova apresentaram valores acima de 300 MPa para Procera® e 50 MPa para AllCeram® de

acordo com os requisitos da ISO 6872, que indica a utilização do ensaio de resistência biaxial com corpos-de-prova padronizados, especialmente em relação ao paralelismo de suas faces planas¹⁰. Em razão dos riscos de fratura dos corpos-de-prova durante o polimento, este não foi realizado; apesar disso, os resultados obtidos estão de acordo com a literatura para cerâmica Procera^{®19-22}. Já para cerâmica AllCeram[®] não foram encontrados estudos na literatura consultada que pudessem ser comparados com os resultados deste trabalho.

O parâmetro escolhido para avaliar a rugosidade foi o R_a (desvio médio aritmético), pois, segundo Sugimori²³ (1998), é o que melhor caracteriza o acabamento da superfície em relação a outros parâmetros. O limiar para rugosidade utilizado foi de 0,2 μm , pois, segundo Quirynem et al.²⁴ (1996), acima deste valor o acúmulo de placa é proporcional ao aumento da rugosidade e abaixo dele não há uma redução adicional no acúmulo de placa bacteriana. Esse limiar foi respeitado por todos os corpos-de-prova, tanto do grupo teste quanto do de controle, que apresentaram valores máximos de 0,103 μm .

O ácido peracético rompe a parede celular pela alteração da lipoproteína citoplasmática, o que a torna igualmente eficaz na desinfecção de bactérias gram-negativas^{25,26}. A decomposição do ácido peracético em subprodutos, como água, peróxido de hidrogênio, oxigênio e ácido acético, lhe dá um diferencial importante quando comparado com outros meios de desinfecção química, a biodegradabilidade²⁷. Outras soluções para desinfecção contêm metais pesados ou outros compostos nocivos ao meio ambiente, tornando o seu protocolo de descarte complexo e podendo causar reações nos organismos com os quais entram em contato.

A desinfecção dos materiais de uma forma eficaz e prática é de grande importância na clínica odontológica, onde se faz necessária a troca constante de materiais entre cirurgião-dentista e técnico em prótese, aumentando o risco de contaminação cruzada. Considerando as limitações deste estudo, que avaliou apenas a rugosidade e resistência à flexão, o ácido peracético demonstra ter grande potencial de uso para substituir os agentes convencionais na desinfecção de peças protéticas cerâmicas e outras superfícies que não possam ser submetidas à esterilização por autoclave, apresentando vantagens de manuseio e descarte. Outras propriedades precisam ser investigadas antes da recomendação final desse procedimento.

Conclusão

O ácido peracético (0,2%) não exerceu influência estatisticamente significativa na resistência à flexão e na rugosidade superficial, podendo ser sugerido para desinfecção desses materiais após verificadas outras propriedades relevantes.

Abstract

Objective: This study evaluated the null hypothesis that peracetic acid immersion has no influence on the flexural strength and roughness of ceramic Procera AllCeramTM. Methods: For each test, two groups were analyzed – control and experimental – according to the immersion in peracetic acid (0.2%) for 5 min. The bi-axial flexural strength was evaluated according to the ISO6872-08 specification. The roughness was measured by a surface roughness tester, with R_a parameter, in μm . For this study were prepared 30 specimens for ProceraTM and 30 for AllCeramTM, 20 for testing flexural strength (10 units for the control group and 10 for the test group) and 10 specimens for testing roughness. Results: Mean values $\pm$ standard deviation of flexural strength, in MPa, of control and experimental groups of ProceraTM and AllCeramTM were respectively: 441 ± 115 , 412 ± 45 , 77 ± 3.6 and 87 ± 15 . The mean roughness values, in μm , of control and experimental groups were: 0.090 ± 0.014 ; 0.086 ± 0.009 ; 0.022 ± 0.004 ; 0.021 ± 0.006 for ProceraTM and AllCeramTM, respectively. All specimens met the ISO6872-08 criteria required for flexural strength. There was no statistically significant difference between test and control groups for flexural strength and roughness. The null hypothesis was accepted. Conclusion: Based on this study design, peracetic acid immersion has no deleterious influence at ProceraTM and AllCeramTM properties analyzed.

Key words: Ceramics. Peracetic acid. Material resistance.

Referências

1. Council of Scientific Affairs, Council of Dental Practice. Infection control recommendations for the dental office and dental laboratory. J Am Dent Assoc 1996; 127(5):672-80.
2. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Coordenação Geral das Unidades Hospitalares Próprias do Rio de Janeiro. Orientações gerais para central de esterilização. Manual I Série A/ Normas e Manuais Técnicos. Brasília, DF; 2001.
3. Rutala WA, Weber DJ. Uses of inorganic hypochlorite in health. Clin Microbiol Rev 1997; 19(10):798-804.
4. Sharbath RJ. Decontamination: principles of disinfection. In: Reichert M, Young JH. Sterilization technology for health care facility. 2. ed. Gaithersburg: Aspen publishers; 1997. p. 21-8.
5. Chassot ALC, Poisl MIP, Samuel SMW. *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.
6. Hehn L. Avaliação da sorção, solubilidade e microdureza de resinas acrílicas após desinfecção com ácido peracético [Dissertação de Mestrado]. Porto Alegre: Faculdade de Odontologia da UFRGS; 2001.
7. Lepe X, Johnson GH. Accuracy of polyether and additional silicone after long-term immersion disinfection. J Prosthet Dent 1997; 78(3):245-9.
8. Johnson GH, Chellis KD, Gordon GE, Lepe X. Dimensional stability and detail reproduction of irreversible hydrocolloid and elastomeric impressions disinfected by immersion. J Prosthet Dent 1998; 79(4):446-53.

9. Della Bona A. Adesão à cerâmica: evidências científicas para o uso clínico. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas Ltda; 2009.
10. International Organization for Standards. ISO 6872. Dentistry-dental ceramics; 2008.
11. Quirynen M, Bollen CM. The influence of surface roughness and surface-free energy on supra and subgingival plaque formation in man. A review of the literature. *J Clin Periodontol* 1995; 22(1):1-14.
12. Quirynen M, Marechal M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, Van Teenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. An *in vivo* study in man. *J Clin Periodontol* 1990; 17(3): 138-44.
13. Swartz ML, Phillips MS. Comparison of bacterial accumulation on rough and smooth enamel surfaces. *J Clin Periodontol* 1957; 28:304.
14. Campbell SD. Evaluation of surface roughness and polishing techniques for new ceramic materials. *J Prosthet Dent* 1989; 61:563-8.
15. Bouvier D, Duprez JP, Lissac M. Comparative evaluation of polishing systems on the surface of three aesthetic materials. *J Oral Rehabil* 1997; 24(12):888-94.
16. McLean JW. The science and art of dental ceramics. *Oper Dent* 1991; 16(4):149-56.
17. Wunderlich RC, Yaman P. *In vitro* effect of topical fluoride on dental porcelain. *J Prosthet Dent* 1986; 55(3):385-8.
18. Sposetti VJ, Shen C, Levin AC. Effect of topical fluoride application on porcelain restorations. *J Prosthet Dent* 1986; 55(6):677-82.
19. Andersson M, Odén A. A new ceramic crown: A densely-sintered, high purity alumina coping with porcelain. *Acta Odontol Scand* 1993; 51(1):59-64.
20. Esquivel-Upshaw JF, Chai J, Snasano S, Shonberg D. Resistance to staining, flexural strength, and chemical solubility of core porcelains for all-ceramic crowns. *Int J Prosthodont* 2001; 14(3):284-8.
21. McLean JW. Evolution of dental ceramics in twentieth century. *J Prosthet Dent* 2001; 85(1):61-6.
22. Segal BS. Retrospective assessment of 546 all-ceramic and posterior crowns in a general practice. *J Prosthet Dent* 2001; 86(6):624-31.
23. Sugimori N. Metrologia dimensional. Programa de difusão da tecnologia; 1998. 41p.
24. Quirynem 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 Oral Maxillofac Implants* 1996; 11(2):169-78.
25. Baldry MGC, Fraser JAL. Disinfection with peroxygens In: Payne KR. Editor. Industrial biocides. New York, NY, USA: Wiley; 1988. p. 91-116.
26. Leaper S. Synergistic killing of spores of *Bacillus subtilis* by peracetic acid and alcohol. *J Food Technol* 1984; 19:355-60.
27. Gehr R, Cochrane D, French M. Peracetic acid as a disinfectant for municipal wastewaters: encouraging performance results from physicochemical as well as biological effluents. Protocol of the US water environment federation disinfection conference; 2002.

Endereço para correspondência:

Érika de Oliveira Dias de Macêdo
 Rua Ramiro Barcelos, 2492, 4º andar,
 Laboratório de Materiais Dentários
 90035-003 Porto Alegre - RS
 Fone: ()
 E-mail: erikaodias@gmail.com

Recebido: 22.01.2010 Aceito: 16.08.2010