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 ± desvio-padrão dos grupos de controle e experimental do Procera® e AllCeram® foram, respectivamente: 441 ± 115; 412 ± 45; 77 ± 3,6 e 87 ± 15. Os valores médios (µm) da rugosidade ± desvio-padrão dos grupos de controle e experimental do Procera® e AllCeram® foram, respectivamente: 0,090 ± 0,014; 0,086 ± 0,009; 0,022 ± 0,004 e 0,021 ± 0,006. Todos os corpos-de-prova atingiram os critérios exigidos 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 deleteriamente 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 UFGRS, Porto Alegre, RS, Brasil.
[**] Aluna do curso de mestrado em Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFGRS, Porto Alegre, RS, Brasil.
[***] Aluno do curso de mestrado em Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFGRS, Porto Alegre, RS, Brasil.
[****] Aluno do curso de doutorado em Odontologia; Departamento de Odontologia Conservadora – Laboratório de Materiais Dentários; Faculdade de Odontologia da UFGRS, 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 UFGRS, 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 Subtillis, 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 cruzada[1].

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 esterilização[2]. Entretanto, esse material é tóxico e necessita de cuidados adicionais quando de sua manipulação e descarte dos resíduos[2]. O hipoclorito de sódio também é utilizado, porém com restrições, em virtude de sua ação descolorante, instabilidade e toxicidade[3]. 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 inaloterapia[4]. 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 estéticas[9]. 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, Gotembur, Suécia) foram confeccionados por meio do sistema CAD/CAM, sinterizados e fresados. Na confecção dos corpos-de-prova All Ceram® (Duceram, 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 permaneceram 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 benzotriazol, 0,05 g molibidato 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 experimental[10]. 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 (All Ceram®) 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 MPa[10].

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 carbeto de silício de granulação 200, 400, 600 e 1200 durante 5min cada.

Dez corpos-de-prova da cerâmica Procera® e All Ceram® 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.

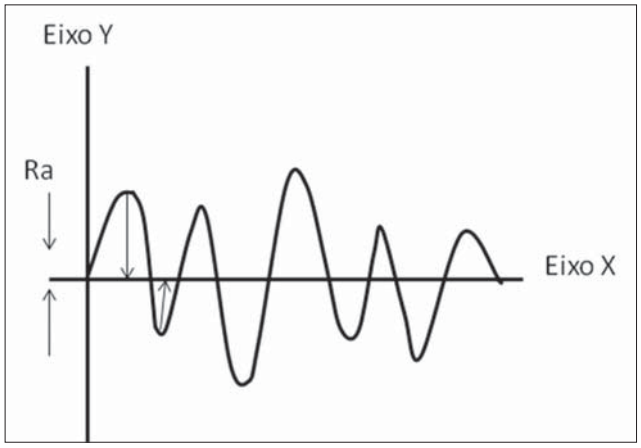

Figura 1: Representação gráfica da média de rugosidade (Ra)

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 entres 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 restauração[11-15]. De acordo com estudo de McLean[16] (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, consequentemente, 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 planas[10]. 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 All Ceram® 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 Sugimori[23] (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 um 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 biodegradabilidade[27]. 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 AllCeram™. Methods: For each test, two groups were analyzed – control and experimental – according to the immersion in peracetic acid (0.2%) for 5 min. The biaxial flexural strength was evaluated according to the ISO6872-08 specification. The roughness was measured by a surface roughness tester, with Ra parameter, in µm. For this study were prepared 30 specimens for Procera™ and 30 for AllCeram™, 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 ± standard deviation of flexural strength, in MPa, of control and experimental groups of Procera™ and AllCeram™ 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 Procera™ and AllCeram™, 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 Procera™ and Allceram™ properties analyzed.

Key words: Ceramics. Peracetic acid. Material resistance.

Referências

1. Council of Scientific Affairs, Council of Dental Pratice. 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. Sharbauth RJ. Decontamination: principles of disinfection. In: Reichert M, Young JH. Sterilization technology for health care facility. 2. ed. Gaitherburg: 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. Johson 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