cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Avaliação do desempenho de Brocas Odontológicas de Zircônia como Biomaterial alternativo a sistemas metálicos

Ricardo Luiz Ciuccio[1]; Adriano Camargo De Luca[2]
1.Centro Universitário Senac – Santo Amaro

Introdução

O desenvolvimento de biomateriais cerâmicos tem impulsionado a adoção de novas soluções na odontologia, destacando-se a zircônia parcialmente estabilizada por ítria (3Y-TZP), material que apresenta elevada dureza, alta resistência ao desgaste e excelente biocompatibilidade. Neste contexto, o presente trabalho investiga o desempenho de brocas odontológicas confeccionadas em zircônia em comparação com brocas metálicas convencionais de aço inoxidável, com ênfase na interação ferramenta–substrato e nos mecanismos de degradação superficial.

Objetivos

O Objetivo principal desta pesquisa é avaliar comparativamente o desempenho tribológico e a perda de massa mecânica de brocas cerâmicas versus metálicas convencionais. Além disso, monitorar as variações de temperatura cirúrgica e as forças de corte em tempo real durante o processo de perfuração e investigar detalhadamente os mecanismos de degradação superficial e a transferência de partículas na interface ferramenta-substrato.

Metodologia

Os ensaios de perfuração foram realizados em substratos simuladores de dentina e resina composta, sob condições controladas de rotação (200.000 rpm), carga axial (2 N) e irrigação contínua. A caracterização microestrutural das brocas e das superfícies usinadas foi conduzida por microscopia eletrônica de varredura (MEV) acoplada à espectroscopia por dispersão de energia (EDS), permitindo a avaliação de alterações morfológicas e de possíveis transferências de material entre ferramenta e substrato. A rugosidade superficial média (Ra) dos substratos após a perfuração foi determinada por meio de perfilometria de contato. Adicionalmente, a força de corte e a variação térmica foram monitoradas em tempo real durante os ensaios.

Resultados e Discussão

A menor condutividade e o menor atrito da Zircônia geraram menor estresse térmico no canal usinado, diminuindo os riscos de necrose celular biológica local.

Verificou-se fratura catastrófica em ~10% das brocas de Zircônia sob condições extremas de torque. Limitação típica da tenacidade cerâmica sob flexão excessiva.

$$\Delta T_{\text{Cerâmica}} \approx 18°C \quad \text{vs.} \quad \Delta T_{\text{Metálica}} \approx 22°C$$

As brocas odontológicas de Zircônia apresentaram uma redução de aproximadamente 35% na taxa de desgaste acumulada após 50 ciclos consecutivos de ensaio, conforme Figura 1.



Figura 1. Taxa de desgaste comparativa.

A menor força de corte da cerâmica evidencia uma geometria de aresta mais eficiente e menor atrito, resultando em menor microtrauma ao substrato usinado, conforme Figura 2.

Material Comercial	Força Média de Corte (N)	Rugosidade Média do Canal Ra (µm)	Qualidade do Acabamento
Aço Inoxidável Convencional	2,00 ± 0,07 N	1,48 ± 0,10 µm	Estriado, rugosidade severa
Zircônia Cerâmica (3Y-TZP)	1,76 ± 0,05 N	1,25 ± 0,08 µm	Acabamento polido e homogêneo

Figura 2. Resultado do desempenho de corte.

Conclusões

Viabilidade Técnica: A zircônia (3Y-TZP) demonstra excelente potencial de aplicação comercial como biomaterial para brocas odontológicas cirúrgicas rotatórias.

Desempenho Otimizado: Proporciona menor força mecânica de cisalhamento, melhor acabamento superficial (Ra reduzido) e menor aquecimento friccional do substrato.

Controle de Operação: Devido à fragilidade intrínseca, o uso seguro requer controle estrito da carga axial de perfuração e alinhamento do canal de inserção.

Próximos Passos: Otimização microestrutural visando aumentar a tenacidade à fratura de compósitos cerâmicos à base de zircônia e alumina.

Referências e Agradecimentos

CHVALA, M. et al. Tribological behavior and wear mechanisms of Y-TZP ceramic burs in dental cutting applications. Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, v. 112, p. 104050, 2020.

DENRY, I.; KELLY, J. R. State of the art of zirconia for dental applications. Dental Materials, v. 24, n. 3, p. 299-307, 2008.

GRECH, C.; ANTUNES, M. G. Thermal generation and cutting performance during bone drilling: A comparison between metallic and ceramic drills. Medical Engineering & Physics, v. 85, p. 45-53, 2020.

Os autores agradecem ao Centro Universitário Senac – Santo Amaro pelo suporte de infraestrutura laboratorial e de caracterização de materiais.