

DESENVOLVIMENTO DE CIMENTO HIDRÁULICO CONTENDO
NANOHIIDROXIAPATITA

LAURA SIMÕES SIQUEIRA¹; WELLINGTON LUIZ OLIVEIRA DA ROSA²; ARTHUR DIAS GALARÇA³; EVANDRO PIVA⁴; ADRIANA FERNANDES DA SILVA⁵

¹Aluna de graduação na Faculdade de Odontologia UFPel – ssiqueira.laura@gmail.com

²Doutorando em dentística na Faculdade de Odontologia UFPel – wellington.xy@gmail.com

³Aluno de graduação na Faculdade de Odontologia UFPel – arthurdiasxd@gmail.com

⁴Professor Adjunto do Departamento de Odontologia Restauradora (FO/UFPel) – evpiva@gmail.com

⁵Professora Adjunta do Departamento de Odontologia Restauradora (FO/UFPel) – adrisilvapiva@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O tecido ósseo possui características biológicas capazes de regeneração quando lesado (TAGA et al., 1997), sendo que esta habilidade é diretamente dependente do tamanho da lesão. Nos casos onde a perda óssea é muito extensa, o reparo espontâneo não é suficiente, sendo necessário o uso de materiais que podem melhorar o reparo. Para prover um melhor reparo ósseo, alguns biomateriais sintéticos podem ser utilizados como a hidroxiapatita (HA).

Entre as características desejáveis de um biomaterial para substituição óssea, pode-se mencionar a biocompatibilidade, o baixo custo, a capacidade de ser não carcinogênico e apresentar propriedades de osteocondução e osteoindução (CAMARINE et al., 2006). Como componente inorgânico de todos os tecidos mineralizados, a HA é uma fonte de cálcio e fósforo, e estes são elementos-chave no que diz respeito a remineralização. Além disso, a HA possui propriedades únicas, como a capacidade de ligar-se quimicamente ao osso, sem induzir toxicidade ou inflamação, e estimular o crescimento ósseo através de uma ação direta sobre os osteoblastos (GOLDBERG et al., 2014). Contudo, o material é comercializado usualmente na forma de pó ou blocos ósseos sintéticos. Dessa forma, a apresentação do biomaterial sob a forma de pó-líquido ou pasta-pasta poderia permitir ao material tomar presa após manipulação, facilitando o manuseio pelo dentista para variadas aplicações em defeitos ósseos.

Enquanto isso, o MTA é um cimento hidráulico amplamente usado para tratamentos como capeamento pulpar, reparo de perfuração, procedimentos de apicificação e retroobturação (PARANJPE et al., 2010). Seus principais componentes são o silicato tricálcio, alumínio tricálcio, óxido tricálcio e óxido de silicato (CAMILLERI et al., 2005). Além disso, o MTA apresenta excelente biocompatibilidade (HASHEMINIA et al., 2010).

A incorporação de nanohidroxiapatita no MTA poderia colaborar na melhoria das propriedades do material para reparo ósseo, como a aquisição de presa ao substituto ósseo e aumento da biocompatibilidade do biomaterial. Desse modo, o objetivo desse estudo é desenvolver e avaliar o comportamento físico do Mineral Trióxido Agregado (MTA) com incorporação de nanohidroxiapatita em sua composição.

2. METODOLOGIA

2.1. Incorporação da nanohidroxiapatita ao cimento hidráulico

A nanohidroxiapatita foi incorporada ao MTA em 3 concentrações diferentes de acordo com a porcentagem do acréscimo de nanohidroxiapatita: 3, 6 e 9%. Posteriormente, avaliou-se propriedades físico-mecânicas do material desenvolvido. O ensaio do tempo de presa e sorção e solubilidade foram realizados seguindo as normas da ISO 6876.

2.2 Avaliação do tempo de manipulação e de presa

Após 90 segundos do fim da manipulação dos materiais (n=6) foram realizadas endentações a cada 30 segundos com indentador sobre a superfície do espécime, sendo aferido o momento em que a ponta ativa não marcava o espécime. A análise estatística foi realizada utilizando Kruskal-Wallis seguido de teste de *Tukey*, considerando um nível de significância de $p < 0.05$.

2.3 Avaliação da sorção e solubilidade em água

Os espécimes (6.0x1.0 mm; n=10) foram armazenados em um dessecador contendo gel de sílica e cloreto de cálcio. Após 24h, os espécimes foram pesados em uma balança de precisão de 0.0001g (AUW 220D, Shimadzu, Japão). Este ciclo foi repetido até atingir uma massa constante (m1). Os espécimes foram então imersos em água destilada por sete dias à 37°C, conforme normativa preconizada pela ISO 6876 (2012). Após esse período, os espécimes tiveram suas massas mensuradas imediatamente (m2). Os espécimes foram então recolocados no dessecador e mensurados diariamente até obter uma massa constante (m3). A sorção e solubilidade foram calculados com base na porcentagem de ganho e perda de massa durante os ciclos de sorção e o desorção. A análise estatística foi realizada utilizando Kruskal-Wallis seguido de teste de *Tukey*, considerando um nível de significância de $p < 0.05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados, foi possível desenvolver o cimento hidráulico a base de MTA contendo nanohidroxiapatita na composição.

Como demonstrado na Tabela 1, foi necessário até cerca de 1 minuto e meio para a manipulação dos materiais. Enquanto isso, a ISO 6876 considera que para o material estar em conformidade, o tempo de presa deve ser menor do que 30 minutos e não deve ultrapassar 110% do recomendado pelo fabricante. A incorporação de 6 e 9% de hidroxiapatita aumentou o tempo de presa, que foi diferente estatisticamente do MTA ($p < 0.05$). Enquanto isso, o grupo com MTA contendo 3% de hidroxiapatita não foi estatisticamente diferente do controle com MTA ($p > 0.05$), tendo sido a concentração melhor indicada para ser incorporada ao MTA de acordo com esse parâmetro. Dessa maneira, o MTA contendo hidroxiapatita poderia possibilitar a apresentação de um material para reparo ósseo sob a forma pó e líquido, o que facilitaria a manipulação pelo dentista e uso em defeitos críticos e não-críticos.

Tabela 1. Tempo de manipulação (média \pm desvio padrão) e tempo de presa (média \pm desvio padrão) do MTA com a incorporação de hidroxiapatita (HA)

Material	Tempo de manipulação (segundos)	Tempo de presa (minutos)
MTA	42.50 \pm 10.21	8.54 \pm 0.19 ^a
MTA + 3% HA	59.00 \pm 2.24	13.23 \pm 0.50 ^{ab}
MTA + 6% HA	93.00 \pm 2.55	17.20 \pm 1.28 ^b
MTA + 9%HA	91.00 \pm 6.02	13.87 \pm 2.72 ^b

* Letras diferentes indicam grupos estatisticamente diferentes entre médias (p<0.05)

Os resultados de sorção e solubilidade estão descritos na Tabela 2. A incorporação de 9% de hidroxiapatita resultou em falha no material após imersão em água destilada. Consequentemente, os espécimes fraturaram, impossibilitando a continuação do ensaio para esta concentração. Enquanto isso, a incorporação de hidroxiapatita a 3 e 6% resultou em diminuição da sorção e solubilidade, sendo diferente estatisticamente do controle (p<0.05). Os resultados foram inferiores ao limite de até 3% de solubilidade preconizado pela ISO 6876 (2001).

Tabela 2. Sorção e solubilidade em água (média \pm desvio padrão, n=10 para cada formulação) expressa como a variação em peso percentual (%)

Material	Sorção (%)	Solubilidade (%)
MTA	19.40 \pm 2.67 ^a	-3.81 \pm 1.25 ^a
MTA + 3% HA	16.05 \pm 2.25 ^b	-7.23 \pm 0.95 ^b
MTA + 6% HA	16.32 \pm 1.30 ^b	-6.47 \pm 0.39 ^b

* Letras diferentes indicam grupos estatisticamente diferentes entre médias (p<0.05)

Apesar dos resultados promissores, novos estudos avaliando outras propriedades físicas, bem como biológicas devem ser conduzidos. Além disso, estudos em animais e clínicos devem ser realizados para verificar a real eficácia de utilizar esse novo biomaterial para reparo ósseo.

4. CONCLUSÕES

A incorporação de 3% de nanohidroxiapatita ao MTA mostrou resultados satisfatórios nos ensaios físicos de tempo de presa, sorção e solubilidade realizados nesse estudo. Estudos futuros são necessários para avaliar outras propriedades mecânicas, bem como o comportamento desse material in vivo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PARANJPE, A.; ZHANG, H. ; JOHNSON, J. D. Effects of mineral trioxide aggregate on human dental pulp cells after pulp-capping procedures. **J Endod**, v.36, n.6, p.1042-7, 2010.

CAMILLERI, J.; MONTESIN, F. E.; BRADY, K.; SWEENEY, R.; CURTIS, R. V. ;
FORD, T. R. The constitution of mineral trioxide aggregate. **Dent Mater**, v.21, n.4,
p.297-303, 2005.

HASHEMINIA, S. M.; FEIZI, G.; RAZAVI, S. M.; FEIZIANFARD, M.; GUTKNECHT,
N. ; MIR, M. A comparative study of three treatment methods of direct pulp capping in
canine teeth of cats: a histologic evaluation. **Lasers Med Sci**, v.25, n.1, p.9-15, 2010.

TAGA, R.; CESTARI, T. M.; SILVA, T. L.; STIPP, A. C. M. Reparo de defeito ósseo
perene em crânio de cobaia pela aplicação de osseobond. **Revista Brasileira de
Implantodontia**, v. 3, n. 1, p. 13-20, 1997.

GOLDBERG, M.; SMITH, A. J. Cells and Extracellular Matrices of Dentin and Pulp: A
Biological Basis for Repair and Tissue Engineering. **Critical Reviews in Oral
Biology and Medicine**, v.15, n.1, p.13-27, 2004.