

**ALEXANDRE COUTO TSIOMIS**

**BIOVIDRO PARTICULADO NO PROCESSO ALVEOLAR DA MANDÍBULA DE  
CÃES. AVALIAÇÕES CLÍNICO-CIRÚRGICA, RADIOGRÁFICA E HISTOLÓGICA.**

Tese apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das exigências  
do Programa de Pós-Graduação em Medicina  
Veterinária, para obtenção do título de  
“*Magister Scientiae*”.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2004

## CONTEÙDO

RESUMO	iii
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	viii
	Página
<b>1. Capítulo1 – Considerações Gerais .....</b>	<b>1</b>
Introdução .....	1
Referências .....	5
<b>2. Capítulo 2 - Avaliação Clínico-Cirúrgica e Radiológica do Biovidro Particulado no Processo Alveolar da Mandíbula de Cães. Estudo Experimental. ....</b>	<b>9</b>
Resumo .....	9
Abstract .....	10
Introdução .....	11
Material e Métodos .....	13
Resultados e Discussão .....	16
Conclusões .....	22
Referências .....	23
<b>3. Capítulo 3. Avaliação Histológica do Biovidro Particulado no Processo Alveolar da Mandíbula de Cães. Estudo Experimental.....</b>	<b>27</b>
Resumo .....	27
Abstract .....	28
Introdução .....	29
Material e Métodos .....	31
Resultados e Discussão .....	32
Conclusões .....	36
Referências .....	37
<b>4. Capítulo 4. Conclusões Gerais .....</b>	<b>40</b>

## RESUMO

TSIOMIS, Alexandre Couto, M. S., Universidade Federal de Viçosa, Março de 2004.

**Biovidro particulado no processo alveolar da mandíbula de cães. Avaliações clínico-cirúrgica, radiográfica e histológica.** Orientador: Andréa Pacheco Batista Borges. Conselheiros: Luiz Gonzaga Pompermayer e Cláudio César Fonseca.

A utilização de implantes dentários é prática comum em humanos, e a demanda por este serviço em animais de estimação tem aumentado nos últimos anos. Para o emprego de implantes dentários é necessário a existência de um leito de osso alveolar de boa qualidade e em quantidade suficiente. Vários fatores tais como a doença periodontal e a perda dentária podem levar à reabsorção do osso alveolar, impedindo a colocação destes implantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de análises clínico-cirúrgica, radiográfica e histológica, o biovidro como substituto ósseo na regeneração do processo alveolar da mandíbula de cães. Para tal, foram utilizados 28 cães adultos clinicamente saudáveis, machos e fêmeas, pesando entre 10 e 15 kg, divididos aleatoriamente em dois grupos iguais e observados durante 120 dias. Foram criados defeitos de aproximadamente 6 x 5 x 5 mm na superfície vestibular do processo alveolar entre as raízes do dente quarto pré-molar direito. Em um grupo, o defeito foi imediatamente preenchido com biovidro, enquanto no outro este permaneceu sem preenchimento, sendo utilizado como controle. Foram realizadas avaliações clínicas diariamente durante uma semana, assim como radiografias logo após a cirurgia e aos 8, 14, 21, 42, 60, 90 e 120 dias do pós-operatório. A maioria dos animais dos dois grupos não apresentou sinais de inflamação e a cicatrização da ferida cirúrgica ocorreu de forma semelhante. O exame radiográfico revelou aumento gradual da radiopacidade na região do defeito no grupo controle. No grupo tratado, observou-se inicialmente radiopacidade superior à do osso vizinho, com diminuição desta até os 21 dias de pós-operatório, voltando a aumentar gradativamente até os 120 dias do pós-cirúrgico, quando a falha tornou-se imperceptível. Aos 8, 14, 21, 42, 60, 90 e 120 dias do pós-operatório também foram coletadas amostras da região da falha óssea de 2 animais de cada grupo para a análise histológica. Observou-se que no grupo controle o processo de deposição óssea iniciou-se aos 14 dias, evoluindo progressivamente até que aos 120 dias

não havia mais limite entre as margens do defeito e o osso neoformado. Já no grupo tratado observou-se logo aos 8 dias de pós-operatório a presença de tecido conjuntivo frouxo altamente vascularizado ao redor das partículas de biovidro. Aos 14 dias iniciou-se o processo de formação óssea a partir das bordas da falha, até que aos 60 dias o biovidro havia sido totalmente reabsorvido e o defeito apresentava-se completamente preenchido por osso trabecular. Aos 120 dias, não foi mais possível diferenciar o osso vizinho da região da falha. Portanto, pode-se concluir que o biovidro apresenta características desejáveis a um substituto ósseo tais como efeito antibacteriano e hemostático, biocompatibilidade e propriedade osteocondutora, sendo uma alternativa viável quando objetiva-se a diminuição do tempo de reparação do osso alveolar.

## ABSTRACT

TSIOMIS, Alexandre Couto, M. S., Universidade Federal de Viçosa, March of 2004.  
**Particulate bioglass in the alveolar process of the jaw of dogs: clinical, surgical, radiographic and histological avaluation.** Adviser: Andréa Pacheco Batista Borges.  
Committee Members: Luiz Gonzaga Pompermayer e Cláudio César Fonseca.

The use of dental implants is a common practice in human patients, and the demand for this service in small animals has increased in the last years. For the placement of dental implants it is necessary the existence of an alveolar bone bed of good quality and in enough quantity. Several factors such as periodontal disease and dental loss can cause reabsorption of the alveolar bone, thus enabling the placement of these implants. The objective of this work was to evaluate, through clinical, radiographic and histological analyses, the bioglass as a bone substitute in the regeneration of the alveolar process of the jaw of dogs. For such, 28 healthy adult mongrel dogs, males and female, weighing between 10 and 15 Kg, randomly divided in two groups, were observed during 120 days. Defects of approximately 6 x 5 x 5 mm were created in the vestibular surface of the alveolar process between the roots of the right fourth premolar tooth. In a group, the defect was immediately filled with bioglass, while in the other it did not receive any treatment, being used as control. Clinical evaluations were accomplished daily during one week. Radiographies were taken soon after the surgery and at 8, 14, 21, 42, 60, 90 and 120 days of the postoperative. Most of the animals of both groups did not present inflammation signs and the healing of the surgical wound happened in a similar way. The radiographic exams revealed gradual increase of the radiopacity in the area of the defect in the control group. In the treated group, it was initially observed superior radiopacity compared to the neighbor bone, which decreased on the 21st day of postoperative. Then the radiopacity began to gradually increase until 120 days after the surgery, when the defect became imperceptible. For the histologic analysis samples of the bone defect area of 2 animals of each group were collected after 8, 14, 21, 42, 60, 90 and 120 days of the surgery. In the control group it was observed that the bone

deposition process began on the day 14th, developing progressively until the day 120th, when there was not limit between the margins of the defect and the neoformed bone. In the treated group it was observed at 8 days of postoperative the presence of loose connective tissue highly vascularized around the bioglass particles. At 14 days, it was observed the bone formation process starting from the borders of the defect. On the 60th day of postoperative the bioglass had been totally reabsorbed and the defect was completely filled by trabecular bone. At 120 days, it was not possible to differentiate the neighbor bone of the defect area. Therefore, it can be concluded that the bioglass presents desirable characteristics to a bone substitute such as antibacterial and hemostatic effect, biocompatibility and osteoconductive property, being a valuable alternative for the alveolar bone regeneration.

## LISTA DE FIGURAS

**Capítulo 2 - Figura 1.** Etapas do procedimento cirúrgico **A.** Exposição da superfície vestibular da mandíbula direita através da realização de flap mucoperiosteal completo na região do quarto pré-molar inferior; **B.** Falha óssea experimental de aproximadamente 6 x 5 mm; **C.** Falha óssea completamente preenchida pelo biovidro particulado; **D.** Reposicionamento e sutura do flap mucoperiosteal. **14**

**Capítulo 2 - Figura 2.** Projeções radiográficas latero-mediais da região do quarto pré-molar inferior direito da mandíbula dos cães do grupo controle, evidenciando a evolução de radiopacidade no defeito provocado **A.** Imediatamente após a intervenção cirúrgica; **B.** 8 dias de pós-operatório; **C.** 14 dias de pós-operatório; **D.** 21 dias de pós-operatório; **E.** 42 dias de pós-operatório; **F.** 60 dias de pós-operatório; **G.** 90 dias de pós-operatório; **H.** 120 dias de pós-operatório. **21**

**Capítulo 2 - Figura 3.** Projeções radiográficas latero-mediais da região do quarto pré-molar inferior direito da mandíbula dos cães do grupo tratado com biovidro particulado evidenciando a evolução de radiopacidade no defeito provocado **A.** Imediatamente após a intervenção cirúrgica; **B.** 8 dias de pós-operatório; **C.** 14 dias de pós-operatório; **D.** 21 dias de pós-operatório; **E.** 42 dias de pós-operatório; **F.** 60 dias de pós-operatório; **G.** 90 dias de pós-operatório; **H.** 120 dias de pós-operatório. **21**

**Capítulo 3 - Figura 1** – Cortes histológicas da região da falha provocada no grupo controle com aumento de 200X. **A-** 8 dias do pós-cirúrgico. Tecido conjuntivo frouxo na sua superfície (seta); **B-** 14 dias do pós-cirúrgico. Área de Reabsorção óssea (seta) **C-** 21 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta); **D-** 42 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas mais espessas (seta) **E-** 90 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta) **F-** 120 dias do pós-cirúrgico. Osso lamelar (seta) **34**

**Capítulo 3 - Figura 2** – Cortes histológicas da região da falha provocada no grupo tratado com aumento de 200X. **A-** 8 dias do pós-cirúrgico. Biovidro envolvido por tecido conjuntivo frouxo (seta) **B-** 14 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta) **C-** 21 dias do

pós-cirúrgico. Biovidro envolvido por tecido conjuntivo frouxo (seta preta), trabéculas ósseas (seta branca) D- 42 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta) E- 60 dias do pós-cirúrgico. Osso lamelar (seta) F- 120 dias do pós-cirúrgico. Osso lamelar. **35**

## **LISTA DE TABELAS**

**Capítulo 2 - Tabela 1.** Qualificação da radiopacidade em diferentes graus da região da falha óssea dos animais do grupo controle e dos animais submetidos a implantação de biovidro no processo alveolar da mandíbula em relação ao osso vizinho. **16**

**Capítulo 2 - Tabela 2.** Resultado do exame clínico imediatamente após o procedimento cirúrgico até 7 dias nos animais do grupo controle (GC) e após a cirurgia de implantação do biovidro no processo alveolar da mandíbula nos animais do grupo tratado (GT). Classificação do edema no pós-operatório. **18**

**Capítulo 2 - Tabela 3.** Resultado do exame clínico imediatamente após o procedimento cirúrgico até 7 dias nos animais do grupo controle (GC) e após a cirurgia de implantação do biovidro no processo alveolar da mandíbula nos animais do grupo tratado (GT). Classificação da dor no pós-operatório. **18**

## CAPÍTULO 1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

### INTRODUÇÃO

O processo alveolar é um dos componentes do periodonto e contribui para a inserção dos dentes na maxila e mandíbula (Terranova *et al.*, 1997). Este é formado pela junção do osso alveolar com o alvéolo (Emily *et al.*, 1999) e é altamente vascularizado, possuindo, portanto, grande capacidade de reabsorção e aposição óssea (Figun & Garino, 1994). A velocidade do metabolismo do osso alveolar é maior quando comparada à de outros ossos do corpo, o que é um fator importante na progressão da doença periodontal (Terranova *et al.*, 1997).

A doença periodontal, os traumas acidentais e os traumas cirúrgicos provocados pela extração de dentes são causas comuns de perda de osso alveolar. Cerca de 85% dos cães e gatos com mais de três anos de idade apresentam algum grau de enfermidade periodontal, que é a principal causa da perda do osso alveolar e, conseqüentemente, de perdas dentais (Emily *et al.*, 1999). Com a progressão da doença periodontal, ocorre acentuada perda de colágeno gengival, absorção do osso alveolar e perda do dente (Barker *et al.*, 1993). Os implantes osseointegrados são tratamentos alternativos para reabilitação do osso alveolar perdido em decorrência de doença periodontal em pacientes parcialmente ou totalmente edentados (Donath *et al.*, 2000).

A regeneração do osso alveolar é extremamente importante para o sucesso da colocação de implantes dentários, sendo apenas obtida através da utilização de enxertos, que podem ser autógenos, alógenos ou sintéticos. O enxerto autógeno é muito utilizado com este intuito, mas possui desvantagens tais como a disponibilidade em quantidade muitas vezes insuficientes e a morbidade que acomete o local doador (Zamet *et al.*, 1997; Orr *et al.*, 2001). Os aloenxertos possuem como desvantagens o risco de transmissão de doenças e ocorrência de resposta imune incerta (Jensen *et al.*, 1996; Schmitt *et al.*, 1997; Zamet *et al.*, 1997). Os enxertos sintéticos são disponíveis em quaisquer quantidades e não possuem as desvantagens anteriormente citadas, contudo é fundamental o conhecimento de suas propriedades *in vivo* (Zamet *et al.*, 1997).

Um material de enxerto ósseo ideal deve ser biocompatível e gradualmente substituído pelo osso novamente formado, além de possuir, preferencialmente,

propriedades osteoindutoras e/ou osteocondutoras (Jensen *et al.*, 1996). A biocompatibilidade está relacionada às reações fisiológicas que o enxerto irá causar no ambiente ao seu redor (osso, tecido conjuntivo e epitélio). Os enxertos ósseos não devem acarretar alterações secundárias no organismo ou rejeição do mesmo. Um material é biocompatível se provocar reações toleráveis e desejáveis ao organismo (Donath *et al.*, 2000).

Um vidro bioativo (biovidro) pode ser definido como aquele que quando implantado em tecidos vivos interage com o ambiente biológico formando uma ponte com o tecido hospedeiro (ElBatal *et al.*, 2003; Laurence & Hillier, 2003).

O biovidro é uma das principais biocerâmicas utilizadas em medicina humana. Possui boas propriedades físicas, além de não desencadear reações inflamatórias ou de corpo estranho, desempenhando excelente papel como substituto ósseo (Blayney *et al.*, 1986; Ido *et al.*, 1993; Piattelli *et al.*, 2000). Segundo Turunen *et al.* (1997), o biovidro é biocompatível, não tóxico e liga-se diretamente ao osso.

O biovidro é constituído de óxidos de silício, sódio, cálcio e fosfórico. A razão da sua grande capacidade de ligação é sua reatividade química em fluidos fisiológicos. Uma cascata de reações químicas é desencadeada quando é imerso em solução aquosa, resultando na formação de uma camada de hidroxiapatita a qual o osso é capaz de se ligar. Essas reações podem ser caracterizadas em três processos gerais: clivagem, solubilização e precipitação (Shapoff *et al.*, 1997; Stoor *et al.*, 1998).

A clivagem do biovidro é o evento inicial e ocorre devido a um mecanismo de trocas iônicas. O sódio é retirado do vidro e substituído por prótons da solução. O pH local é um fator importante desta reação, passando de ácido a neutro ou ligeiramente alcalino, o que favorece a cicatrização. Concomitantemente à clivagem, ocorre a solubilização do silício devido ao ataque de grupos hidroxila às ligações silício – oxigênio, liberando o ácido silícico. Devido a reações de policondensação, o ácido sílico sofre rearranjo originando o gel de sílica. Este gel possui uma ampla área de superfície negativamente carregada e serve como núcleo para a formação de uma camada de fosfato de cálcio. Esta camada inicialmente é desorganizada, mas posteriormente cristaliza-se formando uma estrutura de hidroxiapatita pela incorporação de ânions carbonato. Moléculas orgânicas presentes no meio como colágeno e glicosaminoglicanos são incorporadas a essa camada bioativamente formada.

Osteoblastos são atraídos para a camada de hidroxiapatita e liberam constituintes orgânicos, promovendo a mineralização. O resultado final é uma forte interface consistindo de uma série de camadas: biovidro - gel de sílica – hidroxiapatita - osso (Shapoff *et al.*, 1997; Froum *et al.*, 1998; Stoor *et al.*, 1998; Kokubo *et al.*, 2003).

A principal vantagem do biovidro em relação às demais cerâmicas é sua rápida taxa de reação de superfície que permite uma rápida ligação com o tecido. O tamanho das partículas interfere no tempo de dissolução iônica do biovidro. Partículas menores são mais rapidamente dissolvidas, devido à sua maior área de superfície (Froum *et al.*, 1998).

A osteocondutividade do biovidro foi confirmada em estudos realizados por diversos autores (Piattelli *et al.*, 2000). De acordo com Piattelli *et al.* (2000) o biovidro apresenta grande capacidade osteocondutora além de alta biocompatibilidade e ausência de interposição de tecido fibroso na interface. Fetner *et al.* (1994) utilizando o biovidro na maxila de macacos observaram a formação de material ósseo ao redor das partículas de biovidro não contínuas com osso, sugerindo as propriedades osteocondutoras bem como osteoindutoras do material.

Oonishi *et al.* (1999) trabalhando com vários tipos de substitutos ósseos, relataram que o uso do biovidro permitiu proliferação óssea mais rápida quando comparada a outros produtos, sugerindo que o biovidro possui propriedades osteoindutoras, estimulando a rápida proliferação do osso por ativar o controle genético que leva à produção dos fatores de crescimento. Estudos recentes demonstraram que o biovidro promove a migração, replicação e diferenciação de células osteogênicas da medula óssea de humanos, confirmando a sua atividade osteoindutora (Piattelli *et al.*, 2000; Amaral *et al.*, 2002).

Outra importante característica do biovidro particulado é a coesão entre suas partículas quando em contato com fluidos corporais, que previne a migração do enxerto do sítio cirúrgico além de desempenhar efeito hemostático, o qual se deve a superfície eletronegativa da camada de gel de sílica, que pode absorver água rapidamente devido à ligação do hidrogênio da água com o grupo hidroxila do ácido silícico. Além disso, a camada de hidroxiapatita, que também apresenta superfície eletronegativa, atrai proteínas tais como fatores de crescimento, que agem como uma “cola orgânica”

atraindo células precursoras de osteoblastos que se diferenciam em osteoblastos e produzem matriz óssea e posteriormente osso (Froum *et al.*, 1998).

A utilização de implantes está associada a risco de colonização bacteriana destes materiais e subsequente falha na osseointegração. Entretanto, o biovidro tem demonstrado exercer ação antibacteriana que ocorre como resultado das reações de superfície que acontecem neste biomaterial e culminam no aumento do pH local e da pressão osmótica, principalmente devido à liberação do íon sódio. Essas características diminuem a viabilidade de bactérias supra e sub-gengivais, acarretando na esterilização do sítio receptor ou, pelo menos, na redução do número de bactérias viáveis no local (Stoor *et al.*, 1998; Allan *et al.*, 2001).

Em um estudo comparando hidroxiapatita e biovidro, foi descrito que a velocidade do crescimento de osso ao redor das partículas do biovidro foi mais rápida e o osso neoformado mais denso (Oonishi *et al.*, 1994). Segundo Schepers *et al.* (1998), a vascularização observada no leito do implante tratado com biovidro foi mais pronunciada do que no sítio controle. Além disso, os defeitos tratados com biovidro continham cerca de duas vezes mais tecido ósseo do que os defeitos controle.

O presente trabalho foi elaborado conforme normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Minas Gerais.

Objetivou-se neste estudo avaliar os efeitos clínicos, radiográficos e histológicos do biovidro particulado como substituto ósseo na regeneração do processo alveolar em cães.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, I., NEWMAN, H., WILSON, M. Antibacterial activity of particulate Bioglass<sup>®</sup> against supra- and subgingival bacteria. **Biomaterials**, v.22, n.12, p.1683-1687, 2001.

AMARAL, M., COSTA, M. A., LOPES, M. A., SILVA, R. S., SANTOS, J. D., FERNANDES, M. H. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-bioglass composites stimulate the proliferation of MG63 osteoblast-like cells and support the osteogenic differentiation of human bone marrow cells. **Biomaterials**, v.23, n. 24, p. 4897-4906, 2002.

BARKER, I. K., VAN DREUMEL, A. A., PALMER, N. The alimentary system. In: JUBB, K. V. F., KENNEDY, P. C., PALMER, N. **Pathology of Domestic Animals**, 4ed. San Diego: Academic Press, 1993. p. 4-11.

BLAYNEY, A.W., BEBEAR, J.P., WILLIAMS, K.R., PORTMANN, M. Ceravital in ossiculoplasty: experimental studies and early clinical results. **The Journal of Laryngology and Otology**, v. 100, n.5, p.1359-1366, 1986.

DONATH, K., SPIEKERMANN, H., HASSELL, T., JOVANOVIĆ, S., RICHTER, J. Procedimentos cirúrgicos. In: **Implantologia**. São Paulo: Santos Livraria, 2000. p. 130-157.

ELBATAL, H.A., AZOOZ, M.A., KHALIL, E.M.A., SOLTAN, A., HAMDY, Y.M. Characterization of some bioglass ceramics. **Materials Chemistry and Physics**, v.80, n. 3, p.599-609, 2003.

EMILY, P., SAN RÓMAN, F.S., TROBO, J.I., LLORENS, P. Periodontia. Enfermidade peiodontal. In: SAN ROMÁN, F.S. **Atlas de Odontologia de Pequenos Animais**. São Paulo: Editora Manole, 1999. p. 111-112.

FETNER, A.E., HARTIGAN, M.S., LOW, S.B. Periodontal repair using Perioglas<sup>®</sup> in nonhuman primates: clinical and histologic observations. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v.15, n.7, p. 932-938, 1994.

FÍGUN, M.E. & GARINO, R.R. Sistema dental. In: FÍGUN, M.E. & GARINO, R.R. **Anatomia Odontológica Funcional e Aplicada**. 3ed. Rio de Janeiro: Panamericana, 1994. p. 446-451.

FROUM, S.J., WEINBERG, M.A., TARNOW, D. Comparison of bioactive glass synthetic bone graft particles and open debridement in the treatment of human periodontal defects. A clinical study. **Journal of Periodontology**, v.69, n.6, p.698-709, 1998.

IDO, K., MATSUDA, Y., YAMAMURO, T., OKUMURA, H., OKA, M., TAKAGI, H. Cementless total hip replacement. **Acta Orthopaedica Scandinavica**; v.64, n.6, p.607-612, 1993.

JENSEN, S.S., AALOE, M., PINHOLT, E.M., HJORPING-HANSEN, E., MELSEN, F., RUYTER, I.E. Tissue reaction and material characteristics of four bone substitutes. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**. v.11, n.1, p.55-66, 1996.

KOKUBO, T., KIM, H., KAWASHITA, M. Novel bioactive materials with different mechanical properties. **Biomaterials**, v.24, n. 13, p.2161-2175, 2003.

LAURENCE, P., HILLIER, I.H. Towards modeling bioactive glasses: quantum chemistry studies of the hydrolysis of some silicate structures. **Computational Materials Science**, v.28, p.68-75, 2003.

OONISHI, H., HENCH, L.L., WILSON, J., SUGIHARA, F., TSUJI, E., KUSHITANI, S., IWAKI, H. Comparative bone growth behavior in granules of bioceramic materials of various sizes. **Journal of Biomedical Materials Research**, v.44, n.1, p.31-43, 1999.

OONISHI, H., KUSHITANI, S., YASUKAWA, E., KAWAKAMI, H., NAKATA, A., KOH, S., HENCH, L.L., WILSON, J., TSUJI, E.; SUGIHARA, T. Bone growth into spaces between 455S bioglass granules. **Bioceramics**, v.7, n.3, p.139-144, 1994.

ORR, T.E., VILLARS, P.A., MITCHELL, H.P., HSU, H.P., SPECTOR, M. Compressive properties of cancellous bone defects in rabbit model treated with particles of natural bone mineral and synthetic hydroxyapatite. **Biomaterials**, v.22, n. 14, p.1953-1959, 2001.

PIATTELLI, A., SCARANO, A., PIATTELLI, M., CORAGGIO, F., MATARASSO, S. Bone regeneration using bioglass: an experimental study in rabbit tibia. **Journal of Oral Implantology**, v.26, n.4, p. 257-261, 2000.

SCHEPERS E., BARBIER, L., DUCHEYNE, P. Implant placement enhanced by bioactive glass particles of narrow size range. **The International Journal of Oral Maxillofacial Implants**, v.13, n. 5, p.655-665, 1998.

SCHMITT, J.M., BUCK, D.C., JOH, S., LYNCH, S.E., HOLLINGER, J.O. Comparison of porous bone mineral and biologically active glass in critical – sized defects. **Journal of Periodontology**, v.68, n.11, p.1043-1053, 1997.

SHAPOFF, C.A., ALEXANDER, D.C., CLARK, A.E. Clinical use of a bioactive glass particulate in the treatment of human osseous defects. **Compendium**, v.18, n.4, p.352-363, 1997.

STOOR, P.; SODERLING, E.; SALONEN, J.I. Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. **Acta Odontologica Scandinavica**, v.56, n.3, p. 161-165, 1998.

TERRANOVA, V.P., GOLDMAN, H.M., LISTGARTEN, M.A. O aparelho de inserção periodontal. Estrutura, função e química. In: GENCO, R. J., GOLDMAN, H. M.,

TURUNEN, T., PELTOLA, J., HELENIUS, H., YLI-URPO, A., HAPPONEN, R.P. Bioactive glass and calcium carbonate granules as filter material around titanium and bioactive glass implants in the medular space of the rabbit tibia. **Clinical Oral Implants Research**, v.8, n. 2, p.96-102, 1997.

ZAMET, J.S.; DARBAR, U.R.; GRIFFITHS, G.S.; BULMAN, J.S.; BRAGGER, U.; BURGIN, W.; NEWMAN, H.N. Particulate bioglass as a grafting material in the treatment of periodontal intrabony defects. **Journal of Clinical Periodontology**, v.24, n.6, p.410-418, 1997.

## **CAPÍTULO 2. BIOVIDRO PARTICULADO NO PROCESSO ALVEOLAR DA MANDÍBULA DE CÃES. AVALIAÇÕES CLÍNICO-CIRÚRGICA E RADIOGRÁFICA**

**TSIOMIS**, Alexandre Couto; Universidade Federal de Viçosa.

### **RESUMO**

A utilização de implantes dentários é prática comum em humanos, e a demanda por este tratamento em animais de estimação vem aumentando nos últimos anos. Para a colocação de implantes dentários é necessário a existência de um leito de osso alveolar de boa qualidade e em quantidade suficiente. Vários fatores tais como a doença periodontal e a perda dentária podem levar à reabsorção do osso alveolar, impedindo a colocação destes implantes. O objetivo deste trabalho foi avaliar, por meio de análises clínico-cirúrgica e radiográfica, o biovidro como substituto ósseo na regeneração do processo alveolar da mandíbula de cães. Para tal, foram utilizados 28 cães adultos clinicamente saudáveis, machos e fêmeas, pesando entre 10 e 15 Kg, divididos aleatoriamente em dois grupos iguais e observados por 120 dias. Foram criados defeitos de aproximadamente 6 x 5 x 5 mm na superfície vestibular do processo alveolar entre as raízes do dente quarto pré-molar direito. Em um grupo, o defeito foi imediatamente preenchido com biovidro, enquanto no outro este permaneceu sem preenchimento, sendo utilizado como controle. Foram realizadas avaliações clínicas diariamente durante uma semana, assim como radiografias logo após a cirurgia e aos 8, 14, 21, 42, 60, 90 e 120 dias do pós-operatório. A maioria dos animais dos dois grupos não apresentou sinais de inflamação e a cicatrização da ferida cirúrgica ocorreu de forma semelhante e em torno de 10 dias. O exame radiográfico revelou aumento gradual da radiopacidade na região do defeito no grupo controle. No grupo tratado, observou-se inicialmente radiopacidade superior à do osso vizinho, com diminuição desta até os 21 dias de pós-operatório, voltando a aumentar gradativamente até os 120 dias do pós-cirúrgico, quando a falha tornou-se imperceptível. Sugere-se que o biovidro apresenta características desejáveis a um substituto ósseo tais como biocompatibilidade e

propriedade osteocondutora, sendo uma alternativa viável quando objetiva-se a reparação do osso alveolar.

**Palavras-chave:** Biovidro, processo alveolar, cão.

### **ABSTRACT**

The use of dental implants is a common practice in human patients, and the demand for this service in small animals has increased in the last years. For the placement of dental implants it is necessary the existence of an alveolar bone bed of good quality and in enough quantity. Several factors such as periodontal disease and dental loss can cause reabsorption of the alveolar bone, thus enabling the placement of these implants. The objective of this work was to evaluate, through clinical and radiographic analyses, the bioglass as a bone substitute in the regeneration of the alveolar process of the jaw of dogs. For such, 28 healthy adult mongrel dogs, males and female, weighing between 10 and 15 Kg, randomly divided in two groups, were observed during 120 days. Defects of approximately 6 x 5 x 5 mm were created in the vestibular surface of the alveolar process between the roots of the right fourth premolar tooth. In a group, the defect was immediately filled with bioglass, while in the other it did not receive any treatment, being used as control. Clinical evaluations were accomplished daily during one week. Radiographies were taken soon after the surgery and at 8, 14, 21, 42, 60, 90 and 120 days of the postoperative. Most of the animals of both groups did not present inflammation signs and the healing of the surgical wound happened in a similar way. The radiographic exams revealed gradual increase of the radiopacity in the area of the defect in the control group. In the treated group, it was initially observed superior radiopacity compared to the neighbor bone, which decreased on the 21st day of postoperative. Then the radiopacity began to gradually increase until 120 days after the surgery, when the defect became imperceptible. It is suggested that the bioglass presents desirable characteristics to a bone substitute such as biocompatibility and osteoconductive property, being a valuable alternative for the alveolar bone regeneration.

**Key words:** Bioglass, alveolar process, dogs.

## INTRODUÇÃO

Atualmente as afecções dentárias e orais compõem parte significativa da prática clínico-cirúrgica de animais de pequeno porte. Em virtude disso, a evolução da odontologia e da cirurgia oral como especialidades tem acompanhado o desenvolvimento da Medicina Veterinária e justifica o grande número de pesquisas recentemente desenvolvidas sobre o assunto.

A doença periodontal é uma infecção oral resultante da retenção crônica de bactérias na junção dente-gengiva. O termo gengivite refere-se à tumefação, rubor, sensibilidade e sangramento no tecido mole ao redor do dente. A gengivite por si só não acarreta a perda de sustentação periodontal. Contudo, nos cães e gatos, freqüentemente torna-se crônica devido à ausência de limpeza dentária periódica, podendo evoluir para a doença periodontal. Comumente a doença periodontal é uma infecção assintomática lentamente progressiva e envolve inflamação profunda, perda de osso alveolar de sustentação e destruição das inserções de tecido conjuntivo fibroso no colo do dente, acarretando a perda dentária (Dorn, 1998). A regeneração de defeitos ósseos causados pela doença periodontal continua sendo um desafio terapêutico (Zamet *et al.*, 1997).

Os implantes dentários foram desenvolvidos a fim de permitir uma recuperação estética e principalmente das funções de preensão e mastigação dos alimentos. Entretanto para se obter sucesso na colocação do implante, é necessário que o paciente possua osso alveolar em quantidade e qualidade adequadas. A reparação de defeitos intraósseos é obtida através da utilização de enxertos, que podem ser autógenos, alógenos ou sintéticos. O enxerto autógeno é muito utilizado com este intuito, mas possui desvantagens tais como a indisponibilidade em quantidade suficiente e a morbidade que acomete o local doador (Zamet *et al.*, 1997; Orr *et al.*, 2001). Os aloenxertos possuem como desvantagens o risco de transmissão de doenças e ocorrência de resposta imune incerta (Jensen *et al.*, 1996; Schmitt *et al.*, 1997; Zamet *et al.*, 1997). Os enxertos sintéticos são disponíveis em qualquer quantidade e não possuem as desvantagens supracitadas (Zamet *et al.*, 1997).

Estudos utilizando o biovidro têm demonstrado que esse material possui grande capacidade de se integrar tanto a ossos quanto a tecidos moles, o que é vantajoso em relação às demais cerâmicas bioativas (Zamet *et al.*, 1997; Laurence & Hillier, 2003). O

biovidro é constituído de óxidos de silício, sódio, cálcio e fosfórico. Sabe-se que ele não desencadeia reações inflamatórias ou de corpo estranho, desempenhando excelente papel como substituto ósseo (Blayney *et al.*, 1986; Ido *et al.*, 1993; Piattelli *et al.*, 2000). Segundo Turunen *et al.* (1997), o biovidro é biocompatível, não tóxico e liga-se diretamente ao osso.

A razão da grande capacidade de ligação do biovidro é sua reatividade química em fluidos fisiológicos. Uma cascata de reações químicas é desencadeada quando o biovidro é imerso em solução aquosa, rapidamente liberando silício solúvel na forma de ácido sílico, causando alcalinização do meio, o que, por sua vez, aumenta a síntese de colágeno e a formação de uma camada de hidroxiapatita, a qual é capaz de ligar ao osso (Shapoff *et al.*, 1997; Stoor *et al.*, 1998; Silver *et al.*, 2001).

Xynus *et al.* (2001) relataram que o biovidro também pode promover a expressão de genes específicos que afetam a diferenciação de osteoblastos. Os produtos da dissolução do biovidro parecem ter efeito direto na expressão gênica dos osteoblastos humanos, caracterizando o seu efeito osteoindutor.

O biovidro particulado é especialmente útil para o tratamento de defeitos ósseos uma vez que pode ser facilmente adaptado ao formato da falha, além de possuir efeito hemostático e ser de fácil manipulação. Além disso, devido a uma grande relação superfície-volume, possui capacidade osteocondutora aumentada e, como é degradado, funciona como um arcabouço temporário para o suporte do crescimento ósseo (Vogel *et al.*, 2001).

DeForge (1997), utilizando o biovidro na correção de defeito ósseo periodontal em cães e gatos, descreveu a ação hemostática do material. Stoor *et al.* (1998) e Allan *et al.* (2001) descreveram a atividade do biovidro contra bactérias supra e sub-gengivais em humanos, provavelmente em virtude da natureza alcalina de suas reações de superfície e de efeitos osmóticos.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do biovidro particulado na regeneração do osso alveolar de cães por meio de análises clínico-cirúrgica e radiológica.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 28 cães, machos e fêmeas, clinicamente sadios, pesando de 10 a 15 Kg, isentos de doença periodontal, provenientes do canil experimental do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa. Os animais foram mantidos em baias individuais, receberam ração comercial<sup>1</sup> duas vezes ao dia e água a vontade e foram divididos aleatoriamente em dois grupos de número igual, onde um grupo recebeu tratamento com biovidro (Grupo tratado) e o outro foi utilizado como controle (Grupo controle).

Após jejum hídrico e sólido de doze horas, os animais foram sedados com acepromazina<sup>2</sup> na dose de 0,1 mg/Kg, por via intravenosa. O protocolo anestésico utilizado constou de indução com tiopental sódico<sup>3</sup> na dose de 12,5 mg/kg e manutenção com halotano<sup>4</sup> em circuito anestésico semi-fechado. Os animais foram posicionados em decúbito lateral esquerdo e foi inserido um abre-boca para a manipulação da cavidade oral. Os dentes e a gengiva foram higienizados com solução de clorexidina a 0,12%<sup>5</sup>. Em seguida foi realizado um bloqueio anestésico dos ramos nervosos provenientes do forame mentoniano utilizando-se lidocaína<sup>6</sup> 2% na dose de 1,0 ml por animal. Com bisturi realizou-se uma incisão imediatamente abaixo da porção mais apical do sulco gengival do quarto pré-molar mandibular direito, no sentido mesio-distal. Essa incisão se estendeu apicalmente partindo de suas bordas mesial e distal. O retalho foi então deslocado expondo a superfície vestibular da mandíbula (Fig. 1A). Um defeito de aproximadamente 6 x 5 x 5 mm foi provocado entre as raízes mesial e distal do quarto pré-molar (Fig. 1B) com o auxílio de um motor de baixa rotação<sup>7</sup> e uma broca esférica número 8 para peça de mão, com irrigação constante de solução salina 0,9%<sup>8</sup>.

Nos animais do grupo tratado, o defeito periodontal provocado foi imediatamente preenchido com biovidro particulado<sup>9</sup> (Fig.1C). A falha óssea provocada nos cães do grupo controle permaneceu sem tratamento, servindo então como controle. Em seguida,

---

<sup>1</sup> Ração Selection Special Croc® - Royal Canin

<sup>2</sup> Acepran® 1% - Univet

<sup>3</sup> Tiopental® 1g - Cristália

<sup>4</sup> Halothano® - Cristália

<sup>5</sup> Periogard® - Colgate-Palmolive

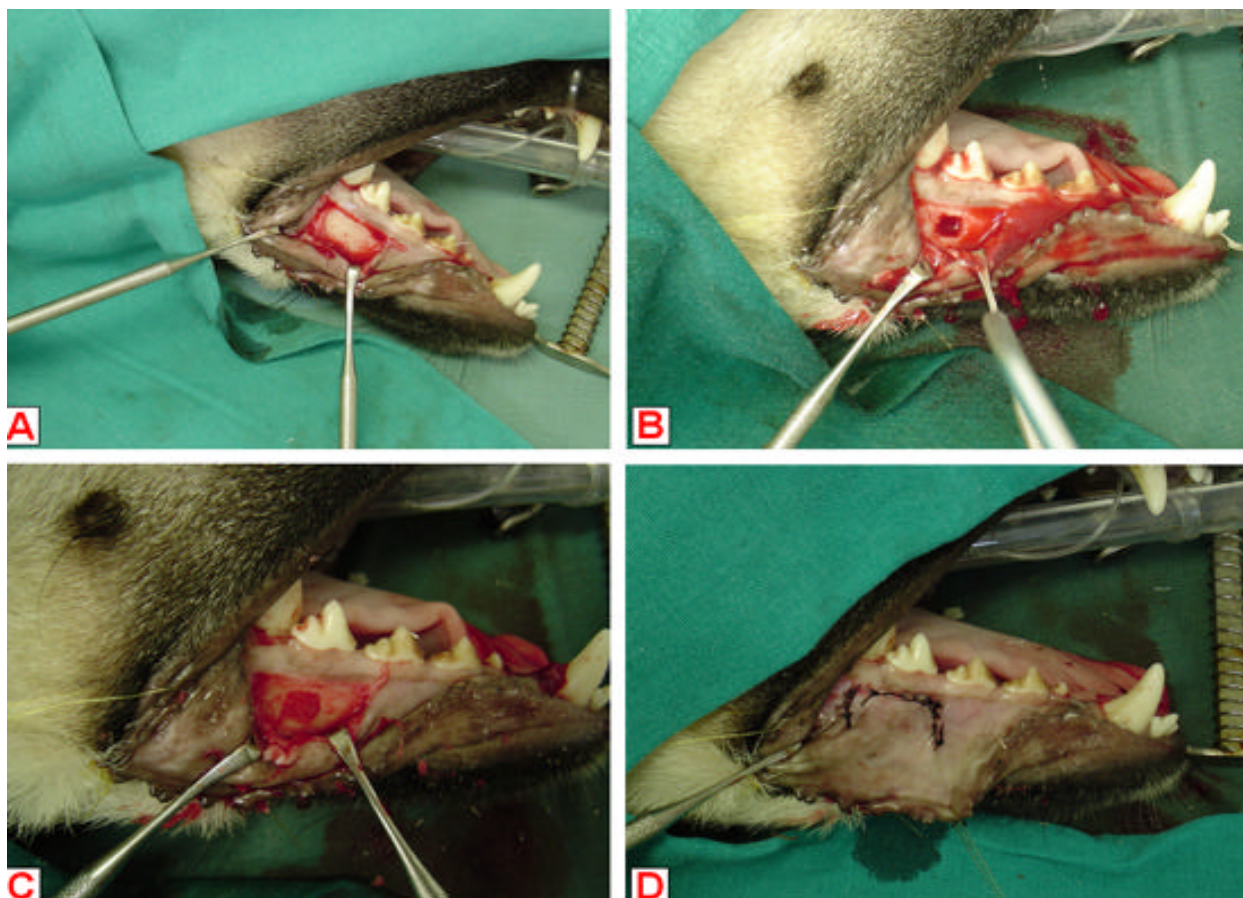
<sup>6</sup> Lidovet - Bravet Ltda.

<sup>7</sup> Microdent® Aparelhos Odontológicos

<sup>8</sup> Solução fisiológica ARBORETO®

<sup>9</sup> Consul Bioglass - USBiomaterials

em todos os animais o retalho mucoperiosteal foi reposicionado e suturado através de sutura contínua tipo Reverdin de Poliglactina 4-0<sup>10</sup> (Figura 1D).



**Figura 1.** Etapas do procedimento cirúrgico **A.** Exposição da superfície vestibular da mandíbula direita através da realização de flap mucoperiosteal completo na região do quarto pré-molar inferior; **B.** Falha óssea experimental de aproximadamente 6 x 5 mm; **C.** Falha óssea completamente preenchida pelo biovidro particulado; **D.** Reposicionamento e sutura do flap mucoperiosteal.

Os animais receberam tratamento com espiramicina e metronidazol<sup>11</sup>, 75000 UI e 12,5 mg/kg, respectivamente, por via oral, três dias antes e três dias após a cirurgia. No pós-operatório, foram tratados com enrofloxacina<sup>12</sup>, na dose de 10 mg/kg, por via subcutânea, durante sete dias. As feridas foram limpas diariamente com solução de clorexidina a 0,12% até a cicatrização. O antiinflamatório cetoprofeno<sup>13</sup> foi administrado na dose de 1,1 mg/kg, por via subcutânea a cada 24 horas durante três dias

<sup>10</sup> Vicryl 4-0® - Ethicon

<sup>11</sup> Estomorgyl 10® - Merial

<sup>12</sup> Duotril 10%® - Duprat

<sup>13</sup> Ketofen 1%® - Rhodia-Mérieux

após a cirurgia. Durante duas semanas do pós-operatório, os animais receberam alimentação pastosa.

O exame clínico local constou de observação diária da ferida cirúrgica, avaliando-se a reação inflamatória através da presença de edema e dor, hemorragia e deiscência da sutura durante uma semana. As variáveis, exceto a deiscência de sutura e hemorragia, foram classificadas em intensa, moderada, discreta e ausente. A deiscência de sutura e a hemorragia foram classificadas em ausente ou presente.

O edema foi considerado discreto quando se observou pequeno aumento de volume no local da incisão cirúrgica, moderado quando se notou aumento de volume também na região ventral da hemi-mandíbula, ou intenso quando este se estendeu por toda gengiva e região ventral da mandíbula.

A dor foi considerada discreta quando o animal reagia após toque digital na ferida cirúrgica, moderada quando o animal relutava a se alimentar e a permitir a higienização do local. A dor foi considerada intensa quando, além das características de dor discreta e moderada, o animal apresentava-se prostrado. Na ausência de dor, o animal permitiu a manipulação do sítio cirúrgico e manifestou apetite logo após o retorno da anestesia.

Foram obtidas radiografias (65 Kw e 0,8 sec) da região operada nas posições lateromedial (LM) e oblíqua de todos os animais imediatamente antes do procedimento cirúrgico para descartar qualquer patologia preexistente e logo após a cirurgia, e nos dias 8, 14, 21, 42, 60, 90 e 120 do pós-operatório, utilizando-se filme radiográfico odontológico<sup>14</sup>. O número de animais utilizados em cada data decrescia de quatro em quatro até que na última data experimental (120 dias) restavam apenas dois animais em cada grupo.

As radiografias foram analisadas quanto à radiopacidade e qualificadas em diferentes graus, sempre comparando a falha óssea ao osso vizinho, considerado normal (Tab. 1).

---

<sup>14</sup> Filme radiográfico Kodac DF 58

**Tabela 1.** Qualificação da radiopacidade em diferentes graus na região da falha óssea de cães do grupo controle e dos submetidos à implantação de biovidro no processo alveolar da mandíbula em relação ao osso vizinho.

GRAU	CARACTERIZAÇÃO RADIOGRÁFICA
0	Ausência de radiopacidade
1	Radiopacidade intensamente menor do que a do osso vizinho
2	Radiopacidade discretamente menor do que a do osso vizinho
3	Radiopacidade semelhante a do osso vizinho
4	Radiopacidade maior do que a do osso vizinho

Os resultados foram avaliados considerando-se o padrão de radiopacidade do osso alveolar, comparando os grupos e as datas dentro de cada grupo, por meio de análise qualitativa descritiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aproximadamente 70% dos animais dos grupos tratado e controle apresentaram edema discreto nos dois primeiros dias do pós-operatório como demonstrado na tabela 2. No grupo controle, 21% dos animais apresentaram edema moderado no primeiro dia do pós-operatório. O edema não era mais observado sete dias após a intervenção cirúrgica. Portanto, os animais do grupo controle apresentaram recuperação mais tardia em relação ao edema (Tab. 2). Com relação à dor, no primeiro dia do pós-operatório, 29% dos animais do grupo tratado e 43% dos animais do grupo controle apresentaram dor discreta e apenas 7% dos animais do grupo tratado apresentaram sinais de dor moderada. A dor nesses animais regrediu rapidamente e já no terceiro dia após a cirurgia todos os animais de ambos os grupos apresentavam-se isentos de dor (Tab. 3). A resposta inflamatória breve e discreta observada em ambos grupos foi atribuída à manipulação dos tecidos periodontais durante a intervenção cirúrgica, uma vez que não foram observados sinais de infecção, ao contrário do relatado por Alliot *et al.* (1999), que concluíram que a inflamação gengival observada em seus experimentos era decorrente da ausência de higienização da cavidade oral dos cães. As medidas tomadas no presente trabalho, tais como higienização diária da ferida cirúrgica com solução de

clorexidine a 0,12%, o uso de antibióticos e antiinflamatórios e a administração de ração pastosa no pós-operatório podem ter sido responsáveis pelos melhores resultados obtidos quando comparados aos relatados por estes autores.

A dor moderada observada em apenas um animal do grupo tratado no primeiro dia do pós-operatório foi considerada uma resposta individual, uma vez que todos os animais foram manipulados de forma semelhante e receberam o mesmo tratamento após a cirurgia.

Segundo Stoor *et al.* (1998) e Allan *et al.* (2001), o biovidro tem demonstrado exercer ação antibacteriana que ocorre como resultado das reações de superfície que acontecem neste biomaterial e culminam no aumento do pH local e da pressão osmótica, principalmente devido à liberação do íon sódio, diminuindo a viabilidade de bactérias supra e sub-gengivais. Sugere-se que esta característica do biovidro seja um dos fatores responsáveis pela melhor evolução clínica observada nos animais do grupo tratado em relação aos do grupo controle neste experimento.

Durante o procedimento cirúrgico, observou-se que a implantação do biovidro na falha óssea foi de fácil execução. Isto se deveu a sua apresentação particulada e corrobora o citado por Vogel *et al.* (2001), ao relatarem que essa apresentação do biovidro é especialmente útil para o tratamento de defeitos ósseos uma vez que pode ser facilmente adaptado ao formato da falha e ser de fácil manipulação. Além disso, a grande capacidade de coesão do biovidro resulta em melhor compactação do material e, conseqüentemente, em redução da hemorragia. Nenhum dos animais do grupo tratado apresentou sinais de hemorragia no pós-operatório, enquanto que 29% dos animais do grupo controle tiveram hemorragia discreta durando no máximo dois dias após a cirurgia, o que mais uma vez sugere o efeito hemostático do biovidro. Estes achados estão de acordo com o citado por DeForge (1997) e Froum *et al.* (1998), que descreveram a capacidade de coesão do biovidro quando em contato com fluidos corporais, o que previne a migração do enxerto do sítio cirúrgico (Fig. 1C) além de desempenhar efeito hemostático, o qual é devido a superfície eletronegativa da camada de gel de sílica, que pode absorver água rapidamente devido à ligação do hidrogênio da água com o grupo hidroxila do ácido silícico.

**Tabela 2.** Resultado do exame clínico imediatamente após o procedimento cirúrgico até 7 dias nos animais do grupo controle (GC) e após a cirurgia de implantação do biovidro no processo alveolar da mandíbula nos animais do grupo tratado (GT). Classificação do edema no pós-operatório.

DIA	AUSENTE		DISCRETO		MODERADO		INTENSO	
	% de animais no GT	% de animais no GC	% de animais no GT	% de animais no GC	% de animais no GT	% de animais no GC	% de animais no GT	% de animais no GC
	<b>1</b>	14	14	86	64	0	22	0
<b>2</b>	29	50	71	50	0	0	0	0
<b>3</b>	64	58	36	42	0	0	0	0
<b>4</b>	86	71	14	29	0	0	0	0
<b>5</b>	100	71	0	29	0	0	0	0
<b>6</b>	100	86	0	2	0	0	0	0
<b>7</b>	100	100	0	0	0	0	0	0

**Tabela 3.** Resultado do exame clínico imediatamente após o procedimento cirúrgico até 7 dias nos animais do grupo controle (GC) e após a cirurgia de implantação do biovidro no processo alveolar da mandíbula nos animais do grupo tratado (GT). Classificação da dor no pós-operatório.

DIA	AUSENTE		DISCRETA		MODERADA		INTENSA	
	% de animais no GT	% de animais no GC	% de animais no GT	% de animais no GC	% de animais no GT	% de animais no GC	% de animais no GT	% de animais no GC
	<b>1</b>	64	57	29	43	7	0	0
<b>2</b>	86	79	14	21	0	0	0	0
<b>3</b>	100	100	0	0	0	0	0	0
<b>4</b>	100	100	0	0	0	0	0	0
<b>5</b>	100	100	0	0	0	0	0	0
<b>6</b>	100	100	0	0	0	0	0	0
<b>7</b>	100	100	0	0	0	0	0	0

Nenhum dos animais desse experimento apresentou deiscência de sutura e a cicatrização da ferida cirúrgica evoluiu segundo o esperado completando-se aos 10 dias do pós-operatório, quando os pontos foram retirados.

Os resultados radiográficos dos animais do grupo controle obtidos imediatamente após a cirurgia revelaram radiopacidade grau 0 na região do defeito, uma vez que a

falha experimentalmente produzida foi mantida sem qualquer preenchimento (Fig. 2A). Já nos animais do grupo tratado, observou-se, no mesmo período, radiopacidade superior ao osso vizinho (grau 4). Isso é justificado pelo alto número atômico dos elementos constituintes do biovidro. Pôde-se confirmar nas radiografias dos animais do grupo tratado obtidas logo após a cirurgia que o biovidro foi devidamente implantado no sítio receptor, sem qualquer sinal de migração do material (Fig 3A), o que também foi verificado nas avaliações clínicas.

Tanto aos oito quanto aos catorze dias do pós-operatório, verificou-se quadro radiológico semelhante ao descrito anteriormente nos animais do grupo controle (Fig. 2B e 2C). Segundo Borges (1998), isso pode ser justificado pelo fato de que em todo processo de cicatrização óssea, inicialmente observa-se formação de tecido conjuntivo no foco da lesão, cuja radiopacidade é insuficiente para ser perceptível.

A avaliação das radiografias obtidas no 21º dia do pós-operatório dos animais do grupo controle revelou aumento da radiopacidade da falha óssea, que foi classificada como grau 1 (Fig. 2D). Aos 42 dias, o defeito ainda era perceptível, contudo observou-se arredondamento das suas bordas com radiopacidade grau 2 na periferia e grau 1 no centro. O aumento de radiopacidade é sugestivo de um processo de reparação óssea normal e com início da periferia para o centro do defeito (Fig. 2E).

No 60º dia após a intervenção cirúrgica, nos animais do grupo controle, a falha óssea ainda era radiograficamente perceptível, apresentando radiopacidade grau 2. O mesmo foi observado aos 90 e 120 dias do pós-operatório (Fig. 2F, 2G e 2H). Portanto, o tempo de observação deste experimento não foi suficiente para que o osso neoformado no defeito fosse completamente mineralizado.

Nos animais do grupo tratado, observou-se no oitavo dia do pós-operatório radiopacidade grau 1 na margem do defeito e grau 4 no centro do mesmo, o que sugere a reabsorção do biovidro na interface implante-osso (Fig. 3B). Contudo, continua presente na região mais central. A redução da radiopacidade observada na interface pode sugerir também a ocorrência de formação de tecido conjuntivo ou até mesmo de osso imaturo de baixa densidade, indicando o início do processo de reparação óssea, como sugerido por Yamamuro *et al.* (1994).

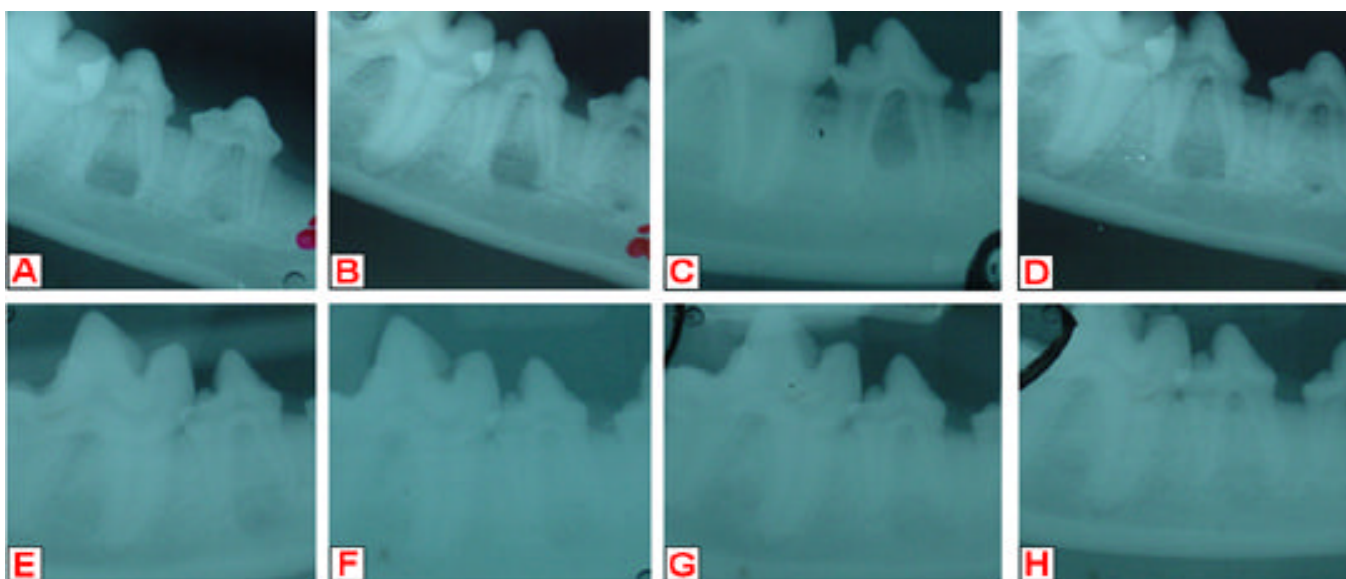
Aos 14 e 21 dias do pós-operatório observou-se quadro radiológico semelhante em todos os animais. As radiografias obtidas nessas datas sugerem a evolução do processo

de reparação óssea, maior absorção do biovidro e deposição de tecido conjuntivo e/ou ósseo imaturo. Foi também possível verificar uma evidente redução do tamanho da falha óssea, demonstrada pela alteração da sua forma (Fig. 3C e 3D). Este achado sugere a mineralização do tecido ósseo neoformado com conseqüente aumento da sua radiopacidade, que foi classificada como grau 2.

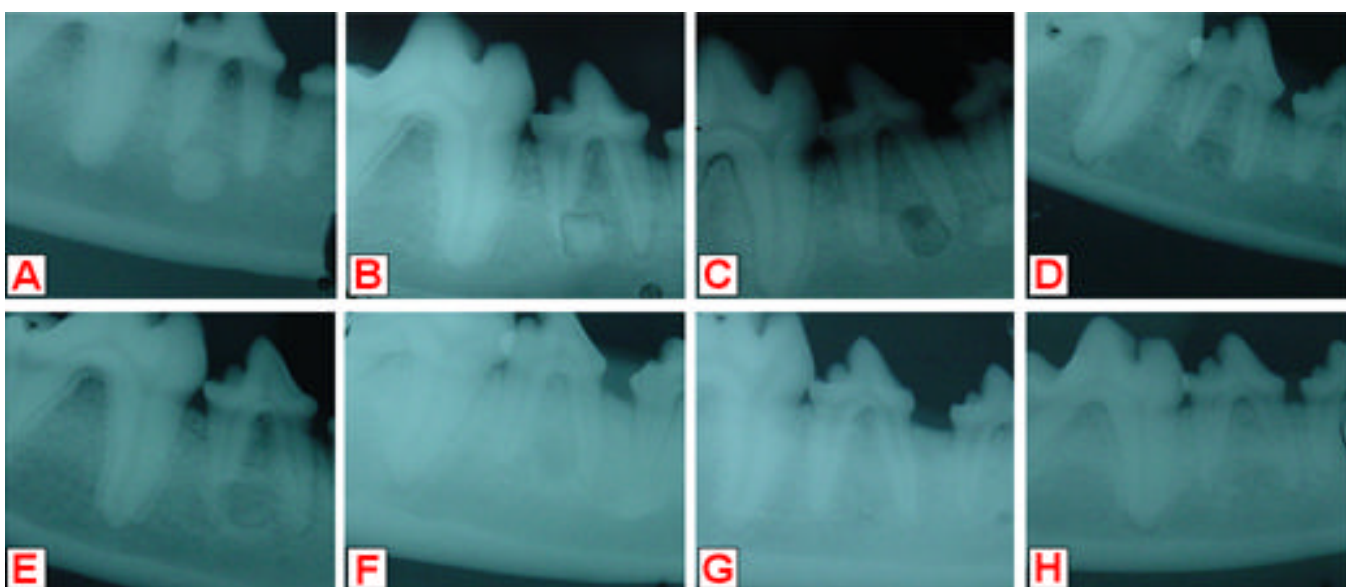
Aos 42 dias do pós-operatório a área ocupada pelo defeito decresceu mais, adquirindo formato ainda mais arredondado. A radiopacidade no centro da falha apresentou-se inferior à do osso normal, sendo também classificada como grau 2 (Fig. 3E).

Quadro radiográfico semelhante foi observado 60 e 90 dias após a intervenção cirúrgica, exceto pela crescente redução do tamanho do defeito ósseo, tornando-se imperceptível no 120º dia do pós-operatório. A radiopacidade foi classificada como grau 2 aos 60 e 90 dias e grau 3 aos 120 dias (Fig. 3F, 3G e 3H). Ou seja, ao fim do período de observação experimental a região o osso neoformado apresentou-se radiograficamente idêntica ao osso vizinho. Dessa forma, pode-se afirmar que com a implantação do biovidro, o processo de reparação óssea no processo alveolar da mandíbula de cães foi mais rápido, confirmando seu potencial osteocondutor citado na literatura (Fetner *et al.*, 1994; Piattelli *et al.*, 2000).

Em todos os animais deste experimento o exame radiográfico evidenciou a progressiva regeneração óssea da falha. No grupo tratado, a semelhança da radiopacidade do defeito com o osso vizinho a partir do 120º dia do pós-operatório indicou a osseointegração total do biovidro. Já no grupo controle, a falha óssea permaneceu visível ao fim do período de observação experimental. Esse achado está de acordo com o relatado por Oonishi *et al.* (1999). Esses autores pesquisaram diversos substitutos ósseos e concluíram que o uso do biovidro permitiu proliferação óssea mais rápida quando comparada a outros produtos, sugerindo que esse material possui propriedades osteoindutoras.



**Figura 2.** Projeções radiográficas latero-mediais da região do quarto pré-molar inferior direito da mandíbula dos cães do grupo controle, evidenciando a evolução de radiopacidade no defeito provocado **A.** Imediatamente após a intervenção cirúrgica; **B.** 8 dias de pós-operatório; **C.** 14 dias de pós-operatório; **D.** 21 dias de pós-operatório; **E.** 42 dias de pós-operatório; **F.** 60 dias de pós-operatório; **G.** 90 dias de pós-operatório; **H.** 120 dias de pós-operatório.



**Figura 3.** Projeções radiográficas latero-mediais da região do quarto pré-molar inferior direito da mandíbula dos cães do grupo tratado com biovidro particulado evidenciando a evolução de radiopacidade no defeito provocado **A.** Imediatamente após a intervenção cirúrgica; **B.** 8 dias de pós-operatório; **C.** 14 dias de pós-operatório; **D.** 21 dias de pós-operatório; **E.** 42 dias de pós-operatório; **F.** 60 dias de pós-operatório; **G.** 90 dias de pós-operatório; **H.** 120 dias de pós-operatório.

## CONCLUSÕES

Com base nos achados clínico-cirúrgicos e radiográficos obtidos nesse experimento pode-se concluir:

- ✓ O biovidro é biocompatível
- ✓ Sua apresentação particulada facilita o completo preenchimento da falha óssea.
- ✓ Sua utilização abreviou o período para a completa reparação óssea.
- ✓ O biovidro possui propriedade osteocondutora.

Portanto, o biovidro é uma alternativa viável quando objetiva-se a reparação do osso alveolar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAN, I., NEWMAN, H., WILSON, M. Antibacterial activity of particulate Bioglass<sup>®</sup> against supra- and subgingival bacteria. **Biomaterials**, v.22, n.12, p.1683-1687, 2001.

ALLIOT, B., PIOTROWSKI, B., MARIN, P. et al. Regeneration procedures in immediate transmucosal implants: an animal study. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v.14, n.6, p.841-848, 1999.

BLAYNEY, A.W., BEBEAR, J.P., WILLIAMS, K.R. Ceravital in ossiculoplasty: experimental studies and early clinical results. **The Journal of Laryngology and Otology**, v. 100, n.12, p.1359-1366, 1986.

BORGES, A.P.B. O efeito da hidroxiapatita sintética na regeneração óssea de defeito provocado experimentalmente no terço proximal da tíbia de cães (*Canis familiares*): Estudo clínico-cirúrgico, radiológico e histológico por microscopia de luz e microscopia eletrônica de retrodispersão. Belo Horizonte: UFMG, Escola de Veterinária, 1998, 111p. (Tese, Doutorado).

DeFORGE, D.H. Evaluation of Bioglass/Perioglass (Consil) synthetic bone graft particulate in the dog and cat. **Journal of Veterinary Dentistry**, v.14, n.4, p.141-145, 1997.

DORN, A.S. Introdução para a odontologia veterinária. In: SLLATER, D. **Manual de Cirurgia de Pequenos Animais**. 2.ed. São Paulo: Manole, 1998. p.2726-2732.

FETNER, A.E., HARTIGAN, M.S., LOW, S.B. Periodontal repair using Perioglas<sup>®</sup> in nonhuman primates: clinical and histologic observations. **Compendim of Continuing Education in Dentistry**, v.15, n.7, p. 932-938, 1994.

FROUM, S.J., WEINBERG, M.A., TARNOW, D. Comparison of bioactive glass synthetic bone graft particles and open debridement in the treatment of human periodontal defects. A clinical study. **Journal of Periodontology**, v.69, n.6, p.698-709, 1998.

IDO, K., MATSUDA, Y., YAMAMURO, T., OKUMURA, H., OKA, M., TAKAGI, H. Cementless total hip replacement. **Acta Orthopaedica Scandinavica**; v.64, n.6, p.607-612, 1993.

JENSEN, S.S., AALOE, M., PINHOLT, E.M., HJORPING-HANSEN, E., MELSEN, F., RUYTER, I.E. Tissue reaction and material characteristics of four bone substitutes. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**. v.11, n.1, p.55-66, 1996.

LAURENCE, P., HILLIER, I.H. Towards modeling bioactive glasses: quantum chemistry studies of the hydrolysis of some silicate structures. **Computational Materials Science**, v.28, p.68-75, 2003.

OONISHI, H., HENCH, L.L., WILSON, J., SUGIHARA, F., TSUJI, E., KUSHITANI, S., IWAKI, H. Comparative bone growth behavior in granules of bioceramic materials of various sizes. **Journal of Biomedical Materials Research**, v.44, n.1, p.31-43, 1999.

ORR, T.E., VILLARS, P.A., MITCHELL, H.P., HSU, H.P., SPECTOR, M. Compressive properties of cancellous bone defects in rabbit model treated with particles of natural bone mineral and synthetic hydroxyapatite. **Biomaterials**, v.22, n. 14, p.1953-1959, 2001.

PIATTELLI, A., SCARANO, A., PIATTELLI, M., CORAGGIO, F., MATARASSO, S. Bone regeneration using bioglass: an experimental study in rabbit tibia. **Journal of Oral Implantology**, v.26, n..4, p. 257-261, 2000.

SCHMITT, J.M., BUCK, D.C., JOH, S., LYNCH, S.E., HOLLINGER, J.O. Comparison of porous bone mineral and biologically active glass in critical – sized defects. **Journal of Periodontology**, v.68, n.11, p.1043-1053, 1997.

SHAPOFF, C.A., ALEXANDER, D.C., CLARK, A.E. Clinical use of a bioactive glass particulate in the treatment of human osseous defects. **Compendium**, v.18, n.4, p.352-363, 1997.

SILVER, I.A., DEAS, J., ERECINSKA, M. Interactions of bioactive glasses with osteoblasts in vitro: effects of 45S5 bioglass and 58S and 77S bioactive glasses on metabolism, intracellular ion concentration and cell viability. **Biomaterials**, v.22, n.2, p.175-185, 2001.

STOOR, P., SODERLING, E., SALONEN, J. Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. **Acta Odontologica Scandinavica**, v.56, n. 3, p. 161-165, 1998.

TURUNEN, T., PELTOLA, J., HELENIUS, H., YLI-URPO, A., HAPPONEN, R.P. Bioactive glass and calcium carbonate granules as filter material around titanium and bioactive glass implants in the medular space of the rabbit tibia. **Clinical Oral Implantology Research**, v.8, n. 2, p.96-102, 1997.

VOGEL, M., VOIGT, C., GROSS, U.M., MULLER-MAI, C.M. In vivo comparison of bioactive glass particles in rabbits. **Biomaterials**, v.22, n. 4, p.357-362, 2001.

XYNOS, I.D., EDGAR, A.J., BUTTERY, L.D., HENCH, L.L., POLAK, J.M. Gene-expression profiling of human osteoblasts following treatment with the ionic products of bioglass 45S5 dissolution. **Journal of Biomedical Material Research**, v.55, n. 2, p. 151-157, 2001.

YAMAMURO, T. Bone bonding behavior and clinical use of A-W glass-ceramic. In: URIST, M.R., O'CONNOR, B.T., BURWELL, R.G. **Bone grafts derivatives and substitutes**. Cambridge: Butterworth-Heinemann, 1994. p.245-259.

ZAMET, J.S., DARBAR, U.R., GRIFFITHS, G.S., BULMAN, J.S., BRAGGER, U., BURGIN, W., NEWMAN, H.N. Particulate bioglass as a grafting material in the treatment of periodontal intrabony defects. **Journal of Clinical Periodontology**, v.24, n. 6, p.410-418, 1997.

### **CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO HISTOLÓGICA DO BIOVIDRO PARTICULADO NO PROCESSO ALVEOLAR DA MANDÍBULA DE CÃES. ESTUDO EXPERIMENTAL.**

**TSIOMIS**, Alexandre Couto; Universidade Federal de Viçosa

#### **RESUMO**

A doença periodontal é uma patologia muito freqüente em Medicina Veterinária. Nos casos mais crônicos quase sempre ocorre algum grau de perda do osso alveolar, um dos componentes necessários para a fixação dentária, acarretando perda dos dentes. Os implantes dentários foram desenvolvidos para permitir uma recuperação estética e principalmente das funções de preensão e mastigação dos alimentos. Entretanto, para a fixação ideal do implante, é necessário que o paciente possua osso alveolar em quantidade e qualidade adequadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o biovidro particulado como substituto ósseo na regeneração do processo alveolar da mandíbula de cães. Para tal, foram utilizados 28 cães adultos, de ambos os sexos, hípidos, pesando entre 10 e 15 Kg, divididos aleatoriamente em dois grupos iguais. Foram realizados defeitos ósseos de aproximadamente 6 x 5 x 5 mm na superfície vestibular da mandíbula, entre as raízes mesial e distal do quarto pré-molar direito. Em um grupo o defeito foi imediatamente preenchido com biovidro enquanto no outro este permaneceu sem preenchimento, sendo utilizado como controle. Aos 8, 14, 21, 42, 60, 90 e 120 dias do pós-operatório foram coletadas amostras da região da falha óssea de 2 animais de cada grupo para a análise histológica sob microscopia óptica. Observou-se que no grupo controle o processo de deposição óssea iniciou-se aos 14 dias, evoluindo progressivamente até que aos 120 dias não havia mais limite entre as margens do defeito e o osso neoformado. Já no grupo tratado observou-se logo aos 8 dias de pós-operatório a presença de tecido conjuntivo frouxo altamente vascularizado ao redor das partículas de biovidro. Aos 14 dias iniciou-se o processo de formação óssea a partir das bordas da falha, até que aos 60 dias o biovidro havia sido totalmente reabsorvido e o defeito apresentava-se completamente preenchido por osso trabecular. Aos 120 dias, não foi mais possível diferenciar o osso vizinho da região da falha. Conclui-se que o biovidro é

biocompatível, possui propriedades osteocondutoras e diminui o tempo de reparação ósseo do osso alveolar.

**Palavras-chave:** Biovidro, histologia, processo alveolar, cão.

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate, through histological analyses, the bioglass as a bone substitute in the regeneration of the alveolar process of the jaw of dogs. For such, 28 healthy adult mongrel dogs, males and females, weighing between 10 and 15 Kg, randomly divided in two groups, were used. Defects of approximately 6 x 5 x 5 mm were created in the vestibular surface of the alveolar process between the roots of the right fourth premolar tooth. In a group, the defect was immediately filled with bioglass, while in the other it did not receive any treatment, being used as control. For the histologic analysis samples of the bone defect area of 2 animals of each group were collected after 8, 14, 21, 42, 60, 90 and 120 days of the surgery. In the control group it was observed that the bone deposition process began on the day 14th, developing progressively until the day 120th, when there was not limit between the margins of the defect and the neoformed bone. In the treated group it was observed at 8 days of postoperative the presence of loose connective tissue highly vascularized around the bioglass particles. At 14 days, it was observed the bone formation process starting from the borders of the defect. On the 60th day of postoperative the bioglass had been totally reabsorbed and the defect was completely filled by trabecular bone. At 120 days, it was not possible to differentiate the neighbor bone of the defect area. Therefore, it can be concluded that the bioglass presents desirable characteristics to a bone substitute such biocompatibility and osteoconductive property, being a valuable alternative for the alveolar bone regeneration.

**Key words:** Bioglass, histology, alveolar process, dogs.

## INTRODUÇÃO

Cerca de 85% dos cães e gatos com mais de três anos de idade apresentam algum grau de enfermidade periodontal, que é a principal causa da perda do osso alveolar e, conseqüentemente, de perdas dentárias, implicando em prejuízo das funções de preensão e mastigação dos alimentos (Emily *et al.*, 1999). A reabilitação do osso alveolar perdido é pré-requisito essencial para o emprego do implante osseointegrado. Os substitutos ósseos são usados com intuito de promover a formação de osso suficiente para prover estabilidade ao implante (Donath *et al.*, 2000).

Um material de enxerto ósseo ideal deve ser biocompatível e gradualmente substituído pelo osso neoformado, além de possuir, preferencialmente, propriedades osteoindutoras e/ou osteocondutoras (Jensen *et al.*, 1996). Além disso, os enxertos ósseos não devem acarretar alterações secundárias no organismo ou rejeição do mesmo (Donath *et al.*, 2000).

O biovidro é um material sintético constituído de óxidos de silício, sódio, cálcio e fosfórico que tem despontado como uma alternativa viável para a reparação de falhas ósseas (Laurence & Hillier, 2003). Este material possui grande capacidade de integração ao osso, o que se deve a sua reatividade química em fluidos fisiológicos, resultando na formação de uma camada de hidroxiapatita a qual o osso é capaz de se ligar (Stoor *et al.*, 1998; Shapoff *et al.*, 1997). Segundo Turunen *et al.* (1997), o biovidro é biocompatível, não tóxico e liga-se diretamente ao osso.

Testes *in vitro* demonstraram que uma camada de hidroxiapatita na interface se formou com um dia, ao contrário das demais cerâmicas bioativas que demoraram até 30 dias para que o mesmo acontecesse (Yamamuro, 1994). Segundo Hench (1998), não são observadas diferenças entre o osso normal e o osso neoformado quando se utiliza o biovidro.

De acordo com Piattelli *et al.* (2000) o biovidro apresenta grande capacidade osteocondutora além de alta biocompatibilidade e ausência de interposição de tecido fibroso na interface. Fetner *et al.* (1994) utilizando o biovidro na maxila de macacos observaram a formação de material ósseo ao redor das partículas de biovidro não contíguas com osso, sugerindo as propriedades osteocondutora bem como osteoindutora do material.

O biovidro particulado é especialmente útil para o tratamento de defeitos ósseos uma vez que pode ser facilmente adaptado ao formato da falha, além de possuir efeito hemostático e ser de fácil manipulação. Além disso, devido a uma grande relação superfície-volume, possui capacidade osteocondutora aumentada e, como são degradados, funcionam como um arcabouço temporário para o suporte do crescimento ósseo (Vogel *et al.*, 2001).

Oonishi *et al.* (1999) trabalhando com vários tipos de substitutos ósseos, relataram que o uso do biovidro permitiu proliferação óssea mais rápida quando comparada a outros produtos, sugerindo que o biovidro possui propriedade osteoindutora, estimulando a rápida proliferação do osso por ativar o controle genético que leva à produção dos fatores de crescimento. Estudos demonstraram que o biovidro promove a migração, replicação e diferenciação de células osteogênicas da medula óssea de humanos, confirmando a sua atividade osteoindutora (Amaral *et al.*, 2002; Piattelli *et al.*, 2000).

Xynus *et al.* (2001) relataram que o biovidro também pode promover a expressão de genes específicos que afetam a diferenciação de osteoblastos. Os produtos da dissolução do biovidro parecem ter efeito direto na expressão gênica dos osteoblastos humanos, caracterizando o seu efeito osteoindutor.

Em um estudo comparando hidroxiapatita e biovidro, foi descrito que a velocidade do crescimento de osso ao redor das partículas do biovidro foi mais rápido e o osso neoformado mais denso (Oonishi *et al.*, 1994). Segundo Schepers *et al.* (1998), a vascularização observada no leito do implante tratado com biovidro foi mais pronunciada do que no sítio controle. Além disso, os defeitos tratados com biovidro continham cerca de duas vezes mais tecido ósseo do que os defeitos controle.

O objetivo do presente trabalho foi estudar os aspectos histológicos do biovidro particulado na regeneração do osso alveolar da mandíbula de cães.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados 28 cães, machos e fêmeas, clinicamente saudáveis, pesando de 10 a 15 Kg, isentos de doença periodontal, provenientes do canil experimental do Departamento de Veterinária da Universidade Federal de Viçosa. Os animais foram

mantidos em baias individuais, receberam ração comercial<sup>1</sup> duas vezes ao dia e água a vontade e foram divididos aleatoriamente em dois grupos de número igual, onde um grupo recebeu tratamento com biovidro (Grupo tratado) e o outro foi utilizado como controle (Grupo controle).

Após jejum hídrico e sólido de doze horas, os animais foram sedados com acepromazina<sup>2</sup> na dose de 0,1 mg/Kg de peso vivo, por via intravenosa. O protocolo anestésico utilizado constou de indução com tiopental sódico<sup>3</sup> na dose de 12,5 mg/Kg e manutenção com mistura halotano<sup>4</sup>-oxigênio a 3%. Através de acesso cirúrgico, a região vestibular da mandíbula direita foi exposta e em seguida foi realizado um defeito de aproximadamente 6 x 5 x 5 mm entre as raízes mesial e distal do quarto pré-molar.

Nos animais do grupo tratado, o defeito periodontal provocado foi imediatamente preenchido com biovidro particulado<sup>5</sup>. A falha óssea provocada nos cães do grupo controle permaneceu sem tratamento, servindo então como controle. Em seguida, em todos os animais o retalho mucoperiosteal foi reposicionado e suturado com pontos contínuos no padrão Reverdin com uso de fio Poliglactina 4-0<sup>6</sup>.

Os animais receberam tratamento com espiramicina e metronidazol<sup>7</sup>, 75000 UI e 12,5 mg por kilo de peso vivo, respectivamente, por via oral, três dias antes e três dias após a cirurgia. No pós-operatório, foram tratados com enrofloxacina<sup>8</sup>, na dose de 10 mg/kg, por via subcutânea, durante sete dias. As feridas foram limpas diariamente com solução de clorhexidine a 2% até a cicatrização da ferida cirúrgica. O antiinflamatório cetoprofeno<sup>9</sup> foi administrado na dose de 1,1 mg/kg, por via subcutânea a cada 24 horas durante 3 dias após a cirurgia. Os animais receberam alimentação pastosa durante duas semanas do pós-operatório.

Nos dias 8, 14, 21, 42, 60, 90 e 120 de pós-operatório foi colhido material da região da falha de dois animais de cada grupo, através do mesmo acesso utilizado para a colocação do implante. Para tal, os animais foram anestesiados como descrito

---

<sup>1</sup> Ração Selection Special Croc® - Royal Canin

<sup>2</sup> Acepran® 1% - Univet

<sup>3</sup> Tiopental® 1g - Cristália

<sup>4</sup> Halothano® - Cristália

<sup>5</sup> Consul Bioglass - USBiomaterials

<sup>6</sup> Vicryl 4-0® - Ethicon

<sup>7</sup> Estomorgyl 10® - Merial

<sup>8</sup> Duotril 10%® - Duprat

<sup>9</sup> Ketofen 1%® - Rhodia-Mérieux

anteriormente. A amostra constou do quarto pré-molar com seu alvéolo, medindo cerca de 1,5 x 1,0 x 0,5 cm. Cada amostra foi seccionada no plano transversal e fixada em formalina tamponada 10% durante cinco dias. Completada a fase da fixação, os fragmentos foram descalcificados em ácido fórmico a 8% associado ao ácido clorídrico a 8% durante 30 dias. Posteriormente, os fragmentos foram desidratados em álcool 70, 80, 90 e 100% por 24 horas em cada, sendo duas as passagens no álcool absoluto. O material foi então diafanizado em dois banhos de xilol, durante 30 minutos cada.

Os fragmentos receberam dois banhos de parafina, de 30 minutos cada, em estufa a 60°C. Foram então incluídos em blocos de parafina e mantidos a temperatura ambiente. A seguir, cortes de 5 micrômetros de espessura foram obtidos em micrótomo e montados em lâmina de vidro. Os fragmentos foram corados pela técnica de hematoxilina - eosina (HE) e examinados através de microscopia óptica.

Foi realizada análise qualitativa descritiva dos resultados, avaliando-se as reações do organismo ao biovidro e o padrão de regeneração do osso alveolar, comparando-se os grupos e as datas dentro de cada grupo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos animais do grupo controle, observou-se no 8º dia do pós-operatório o início da reabsorção das bordas do defeito com formação de matriz óssea e grande proliferação de tecido conjuntivo frouxo na sua superfície (Fig. 1A – seta preta). O defeito estava preenchido por tecido de granulação pouco vascularizado com maior quantidade de fibras conjuntivas, bastante semelhante ao encontrado por Tampiere *et al.* (2001).

No mesmo período foi possível identificar, nos animais do grupo tratado, partículas de biovidro envolvidas por tecido conjuntivo frouxo altamente vascularizado (Fig. 2A), à semelhança do descrito por Vogel *et al.* (2001). As partículas de biovidro eram vistas como aglomerados semelhantes a pequenos cristais (Fig. 2A). Nesta observação ainda não havia sinais de neoformação óssea, nem mesmo nas bordas do defeito. Também não foram observadas células inflamatórias, o que corrobora o relatado por Piattelli *et al.* (2000).

Aos 14 dias a maior parte da borda do defeito havia sido reabsorvida no grupo controle (Fig. 1B). Aos 21 dias foi observada formação de novo tecido ósseo que apresentou-se sob a forma de espessas trabéculas sobre a superfície do defeito (Fig. 1C).

No grupo tratado, aos 14 dias, o quadro era semelhante ao observado aos 8 dias, porém o tecido conjuntivo frouxo ao redor das partículas de biovidro estava melhor organizado, sendo possível observar maior abundância de feixes espessos de fibras colágenas, além de uma maior vascularização. Nas margens do defeito foi possível identificar finas e esparsas trabéculas ósseas (Fig. 2B), revestidas por grande número de osteoblastos, direcionadas para o centro da falha, sugerindo que o processo de reparação óssea já havia se iniciado e ocorria a partir das bordas, o que confirma os resultados encontrados por Fetner *et al.* (1994). Piattelli *et al.* (2000) também relataram que, aos 14 dias houve a formação de pequenas trabéculas ósseas na periferia do defeito.

Aos 21 dias, nos animais do grupo tratado, o biovidro ainda podia ser visualizado no centro do defeito envolvido por tecido conjuntivo frouxo (Fig. 2C – seta preta), não sendo mais observado na borda da falha, provavelmente devido a sua absorção à medida que o processo de reparação progredia. Nas bordas do defeito haviam projeções de tecido ósseo sob a forma de delgadas trabéculas densamente revestidas por osteoblastos. Algumas trabéculas também eram observadas mais ao centro da falha (Fig. 2C – seta branca), demonstrando progresso no processo de reparação óssea do defeito, como o encontrado por Fetner *et al.* (1994).

Nos animais do grupo controle, 42 dias após a intervenção cirúrgica, observou-se apenas aumento na formação de osso trabecular na periferia do defeito (Fig. 1D) com algumas regiões ainda não reabsorvidas. Já no grupo tratado, no mesmo período, foi possível observar que a região contendo o biovidro envolvido por tecido conjuntivo frouxo era pequena e restrita ao centro da falha. No restante da área do defeito haviam trabéculas ósseas que se apresentavam mais espessas nas bordas e se adelgaçavam à medida que se aproximavam do centro da falha (Fig. 2D), ficando claro que o processo de reparação óssea progredia da periferia para o centro do defeito. Este achado está de acordo com Schmitt *et al.* (1997), que citaram que o osso forma-se primariamente nas bordas da ferida, progredindo centripetamente.

No grupo tratado, aos 60 dias, o biovidro não era mais observado, sugerindo que este havia sido absorvido em sua totalidade. Ao contrário disso, Karatzas *et al.* (1999), utilizando o biovidro no osso supra-alveolar da maxila de macacos, não observaram evidências histológicas de reabsorção das partículas até o 60º dia do pós-operatório. Isso pode ser justificado por diferentes forças que atuam nestes sítios receptores, acarretando diferenças no metabolismo do ósseo destas regiões.

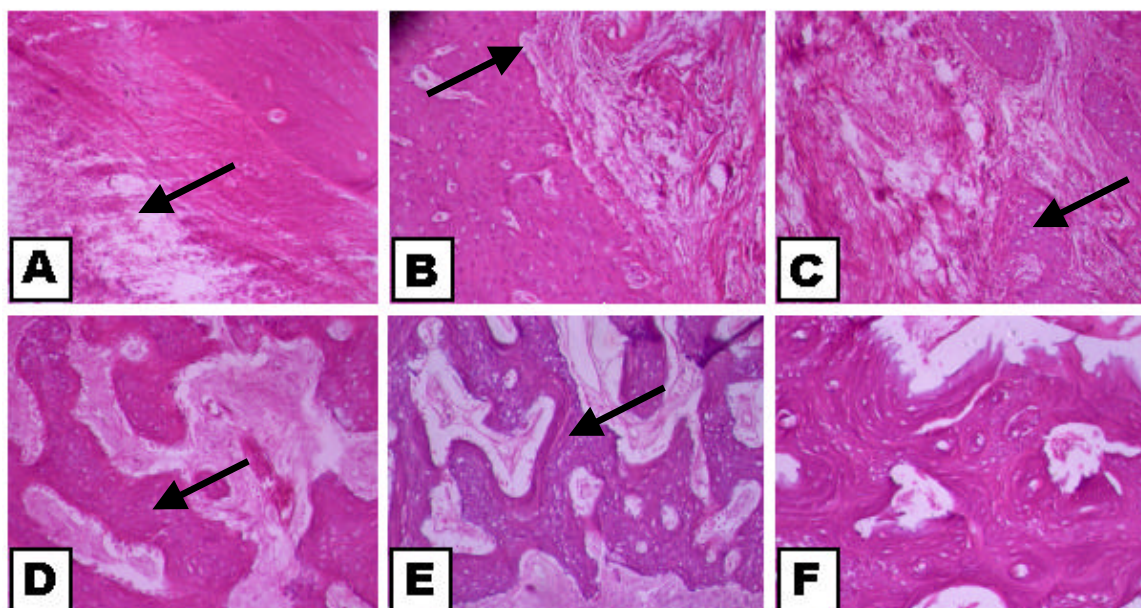
Ainda aos 60 dias, no grupo tratado, era evidenciada em toda a área da falha a presença de trabéculas ósseas que indicavam a reparação completa do defeito (Fig. 2E). Entretanto ainda era possível a identificação da região da falha. Tal quadro se repetiu aos 90 dias, porém as trabéculas ósseas se apresentavam mais espessas até que, aos 120 dias, não era possível diferenciar a interface entre implante-osso receptor (Fig. 2F), caracterizando o processo de reparação óssea normal.

Já no grupo controle, aos 90 dias, a periferia do defeito foi totalmente preenchida por osso compacto, o que está de acordo com o encontrado por Piattelli *et al.* (2000). Apenas ao centro da falha pôde-se observar osso trabecular (Fig. 1E).

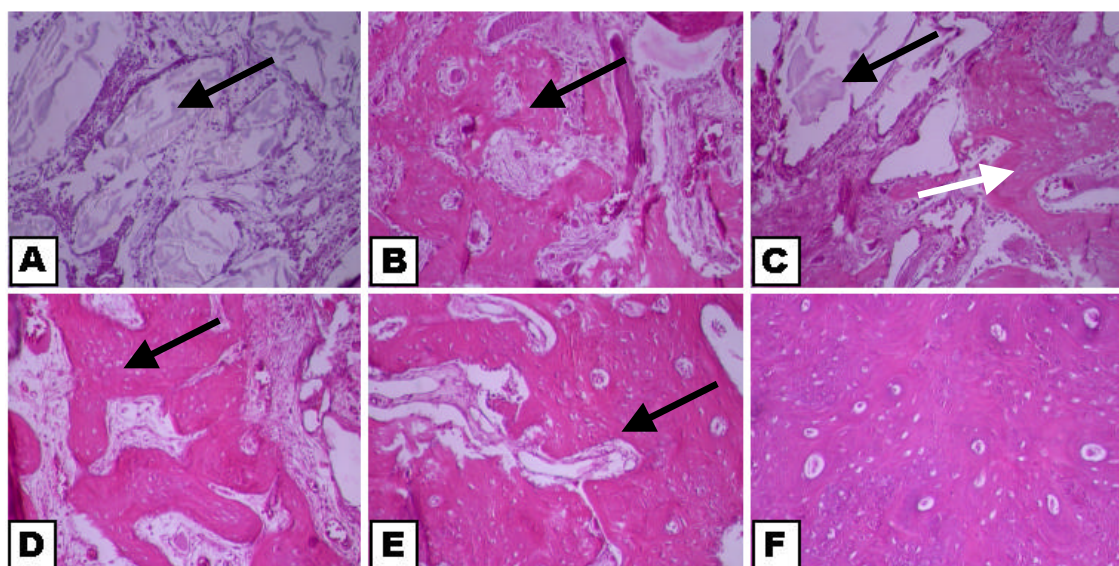
Também no grupo controle, 120 dias após o procedimento cirúrgico, não havia mais limite entre as margens do defeito e o novo osso formado (Fig. 1F). Portanto, o defeito encontrava-se completamente preenchido com osso compacto.

De acordo com o citado anteriormente, o biovidro afetou discretamente o processo de reparação óssea, tornando-o mais rápido, o que pode ser atribuído a sua capacidade osteocondutora.

Em nenhum momento do período de observação foi verificada a presença de reação de corpo estranho associadas ao biovidro, o que também já havia sido relatado por Karatzas *et al.* (1999) e Vogel *et al.* (2001).



**Figura 1** – Cortes histológicos da região da falha provocada no grupo controle com aumento de 200X. **A-** 8 dias do pós-cirúrgico. Tecido conjuntivo frouxo na sua superfície (seta); **B-** 14 dias do pós-cirúrgico. Área de Reabsorção óssea (seta) **C-** 21 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta); **D-** 42 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas mais espessas (seta) **E-** 90 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta) **F-** 120 dias do pós-cirúrgico. Osso lamelar (seta)



**Figura 2** – Cortes histológicos da região da falha provocada no grupo tratado com aumento de 200X. **A-** 8 dias do pós-cirúrgico. Biovidro envolvido por tecido conjuntivo frouxo (seta) **B-** 14 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta) **C-** 21 dias do pós-cirúrgico. Biovidro envolvido por tecido conjuntivo frouxo (seta preta), trabéculas ósseas (seta branca) **D-** 42 dias do pós-cirúrgico. Trabéculas ósseas (seta) **E-** 60 dias do pós-cirúrgico. Osso lamelar (seta) **F-** 120 dias do pós-cirúrgico. Osso lamelar.

## CONCLUSÕES

Com base nos achados histológicos obtidos nesse experimento pode-se concluir:

- ✓ O biovidro é biocompatível.
- ✓ Sua utilização abreviou o período para a completa reparação óssea.
- ✓ O biovidro possui propriedade osteocondutora.

Portanto, o biovidro particulado é um substituto ósseo eficiente em cirurgias odontológicas que objetivam a regeneração do osso alveolar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, M. & COSTA, M.A. Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>-bioglass composites stimulate the proliferation of MG63 osteoblast-like cells and support the osteogenic differentiation of human bone marrow cells. **Biomaterials**, v.23, n. 24, p. 4897-4906, 2002.

DONATH, K., SPIEKERMANN, H., HASSELL, T., JOVANOVIC, S., RICHTER, J. Procedimentos cirúrgicos. In: **Implantologia**. São Paulo: Santos Livraria, 2000. p. 130-157.

EMILY, P., SAN RÓMAN, F.S., TROBO, J.I., LLORENS, P. Periodontia. Enfermidade peiodontal. In: SAN ROMÁN, F.S. **Atlas de Odontologia de Pequenos Animais**. São Paulo: Editora Manole, 1999. p. 111-112.

FETNER, A.E., HARTIGAN, M.S., LOW, S.B. Periodontal repair using Perioglas<sup>®</sup> in nonhuman primates: clinical and histologic observations. **Compendium of Continuing Education in Dentistry**, v.15, n.7, p. 932-938, 1994.

HENCH, L.L. Bioceramics. **Journal of American Ceramics Society**, v.81, n.7, p.1705-1728, 1998.

JENSEN, S.S. et al. Tissue reaction and material characteristics of four bone substitutes. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**. v.11, n.1, p.55-66, 1996.

KARATZAS, S., ZAVRAS, A., GREENSPAN, D., AMAR, S. Histologic observations of periodontal wound healing after treatment with Perioglas in non-human primates. **The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry**, v.19, n.5, p.489-499, 1999.

LAURENCE, P. & HILLIER, I.H. Towards modeling bioactive glasses: quantum chemistry studies of the hydrolysis of some silicate structures. **Computational Materials Science**, v.28, p.68-75, 2003.

OONISHI, H., HENCH, L.L., WILSON, J., et al. Comparative bone growth behavior in granules of bioceramic materials of various sizes. **Journal of Biomedical Materials Research**, v.44, n.1, p.31-43, 1999.

OONISHI, H., KUSHITANI, S., YASUKAWA, E., KAWAKAMI, H., NAKATA, A., KOH, S., HENCH, L.L., WILSON, J., TSUJI, E., SUGIHARA, T. Bone growth into spaces between 455S bioglass granules. **Bioceramics**, v.7, p.139-144, 1994.

PIATTELLI, A., SCARANO, A., PIATTELLI, M., CORAGGIO, F., MATARASSO, S. Bone regeneration using bioglass: an experimental study in rabbit tibia. **Journal of Oral Implantology**, v.26, n.4, p. 257-261, 2000.

SCHEPERS E., BARBIER, L., DUCHEYNE, P. Implant placement enhanced by bioactive glass particles of narrow size range. **The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants**, v.13, n. 5, p.655-665, 1998.

SCHMITT, J.M., BUCK, D.C., JOH, S., LYNCH, S.E., HOLLINGER, J.O. Comparison of porous bone mineral and biologically active glass in critical – sized defects. **Journal of Periodontology**, v.68, n.11, p.1043-1053, 1997.

SHAPOFF, C.A., ALEXANDER, D.C., CLARK, A.E. Clinical use of a bioactive glass particulate in the treatment of human osseous defects. **Compendium**, v.18, n.4, p.352-363, 1997.

STOOR, P., SODERLING, E., SALONEN, J. Antibacterial effects of a bioactive glass paste on oral microorganisms. **Acta Odontol Scand**, v.56, n. 3, p. 161-165, 1998.

TAMPIERE, A., CELLOTI, G., SPRIO, S. et al. Porosity-graded hydroxyapatite ceramics to replace natural bone. **Biomaterials**, v.22, n. 11, p.1365-1370, 2001.

TURUNEN, T., PELTOLA, J., HELENIUS, H., YLI-URPO, A., HAPPONEN, R.P. Bioactive glass and calcium carbonate granules as filter material around titanium and bioactive glass implants in the medular space of the rabbit tibia. **Clinical Oral Implants Research**, v.8, n. 2, p.96-102, 1997.

VOGEL, M., VOIGT, C., GROSS, U.M., MULLER-MAI, C.M. In vivo comparison of bioactive glass particles in rabbits. **Biomaterials**, v.22, n. 4, p.357-362, 2001.

XYNOS, I.D., EDGAR, A.J., BUTTERY, L.D., HENCH, L.L., POLAK, J.M. **Journal of Biomedical Material Research**, v.55, n. 2, p. 151-157, 2001.

YAMAMURO, T. Bone bonding behavior and clinical use of A-W glass-ceramic. In: URIST, M.R., O'CONNOR, B.T., BURWELL, R.G. **Bone grafts derivatives and substitutes**. Cambridge: Butterworth-Heinemann. 1994. p.245-259.

## CAPÍTULO 4. CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos achados clínico-cirúrgicos, radiográficos e histológicos obtidos nesse experimento pode-se concluir:

- ✓ O biovidro é biocompatível
- ✓ Sua apresentação particulada facilita o completo preenchimento da falha óssea.
- ✓ Sua utilização abreviou o período para a completa reparação óssea.
- ✓ O biovidro possui propriedade osteocondutora.

Dessa forma pode-se afirmar que o biovidro particulado é um substituto ósseo eficiente em cirurgias odontológicas que objetivam a regeneração do osso alveolar.