

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
DOUTORADO EM ODONTOLOGIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ORTODONTIA

**AVALIAÇÃO DO REPARO DE ALVÉOLO, APÓS EXODONTIA,
COM PERDA DE PAREDE ÓSSEA VESTIBULAR E
O USO DE ENXERTO ALOPLÁSTICO**

LEANDRO BERNI OSORIO

Porto Alegre

2013

LEANDRO BERNI OSORIO

**AVALIAÇÃO DO REPARO DE ALVÉOLO, APÓS EXODONTIA,
COM PERDA DE PAREDE ÓSSEA VESTIBULAR E
O USO DE ENXERTO ALOPLÁSTICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Doutor em Odontologia, área de concentração: Ortodontia e Ortopedia Facial.

Orientadora: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes

Porto Alegre

2013

Catlogação na Publicação

O83a Osorio, Leandro Berni
Avaliação do reparo de alvéolo, após exodontia, com
perda de uma parede óssea e o uso de enxerto aloplástico
/ Leandro Berni Osorio. – Porto Alegre, 2013.
43 p. : il.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia da
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
Orientadora: Profª. Drª. Luciane Macedo de Menezes

1. Odontologia. 2. Exodontia. 3. Extração Dentária.
4. Rebordo Alveolar. 5. Microtomografia. I. Menezes,
Luciane de. II. Título.

CDD 617.69

Bibliotecária responsável: Salete Maria Sartori, CRB 10/1363

LEANDRO BERNI OSORIO

**AVALIAÇÃO DO REPARO DE ALVÉOLO, APÓS EXODONTIA,
COM PERDA DE UMA PAREDE ÓSSEA E
O USO DE ENXERTO ALOPLÁSTICO**

Tese apresentada como parte dos requisitos obrigatórios para obtenção de grau de Doutor em Odontologia, área de *concentração* em Ortodontia, pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Aprovada em 31 de outubro de 2013.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes - PUCRS

Prof. Dr. João Batista Blessmann Weber - PUCRS

Prof. Dr. Rafael Ramos de Oliveira – PUCRS

Prof. Dr. Jamal Hassan Assaf - UFSM

Profa. Dra. Maria Bernadete Sasso Stuani – USP

Prof. Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima- PUCRS

Porto Alegre
2013

AGRADECIMENTOS

A construção do conhecimento científico é tarefa coletiva, que necessita colaboração mútua de uma equipe de trabalho, que partilhando a informação organizada, permite a validação e a replicação do assunto aproximando-se da verdade (VARGAS, 2011). Esse trabalho de pesquisa é fruto da atividade de inúmeras pessoas, que direta ou indiretamente, somaram na obtenção dos resultados, ora apresentado nesse volume. Quero dessa forma, expressar minha gratidão a todos.

À Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu Reitor, **Prof. Dr. Ir. Joaquim Clotet**.

À Diretoria da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa de seu diretor, **Prof. Dr. Alexandre Bahlis**.

Ao programa de pós-graduação da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, na pessoa da sua coordenadora, **Profa. Dra. Ana Maria Spohr**.

À minha orientadora, **Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes**, que me acolheu em sua equipe, me proporcionando experiência em pesquisa em diversos campos da Ortodontia. Sua determinação na busca do conhecimento em Ortodontia, bem como sua organização científica são inspiradoras e me motivaram ao longo desses anos de formação.

Ao **Prof. Dr. Eduardo Martinelli Santayana de Lima** pela oportunidade de trabalho em conjunto com seus orientados. A **Profa. Dra. Sílvia Dias de Oliveira** pela disponibilidade no trabalho multidisciplinar, permitindo a execução de projetos inovadores junto à equipe.

Ao **Prof. Dr. Eduardo Gonçalves Mota** que me ensinou maneira peculiar de interpretar conceitos sobre temas em Ortodontia.

À **Profa. Susana Maria Deon Rizzato** pelo convívio e discussão de temas em Ortodontia, cujo posicionamento sempre foi fundamentado em preceitos biológicos e sua vasta experiência clínica.

À **Profa. Dra. Maria Bernadete Sasso Stuani**, que me proporcionou grande oportunidade de aprendizado, me recebendo em Ribeirão Preto e me ensinando conceitos que permitiram a execução dessa pesquisa.

Aos colegas do doutorado, **Dr. André Weissheimer, Dra. Tatiana Gonçalves, Dr. Milton Meri Farret, Mariana Rinaldi e Maurício Barbieri Mezzomo** pela troca de experiências, convívio e amizade.

Aos colegas de curso, **Chalana S. Reale, Laura Lütz de Araujo, Niége Onofre e Lisandra Jacomelli Gourgues** pelos momentos de convívio durante nosso primeiro ano.

Aos demais colegas do curso de Mestrado, **Guilherme Bernd, Clécio Camargo, Karine Squeff, Liz Matzenbacher da Silva, Diogo Antunes de Vargas, Vanessa Dias da Silva, Claudia Kochenborger, Fabiane Azeredo, Marina Cumerlato e Rejane Hatje**, agradeço pela convivência alegre.

Aos colegas do curso de Especialização, **Aura Manfio, Rodrigo Palladine, Paulo Matje, Bruno Barbo, Cássia Amaral, Paula Rabin, Maira Porto, Renato Garcia**, pela amizade.

Ao **Prof. Dr. André Vasconcelos** pelo acompanhamento e supervisão dos animais durante o ensaio.

A **Elaine Silveira de Oliveira**, amiga que com competência e desprendimento, me auxiliou durante todo o período do curso de doutorado e principalmente no preparo e execução do presente ensaio. Sem sua presença provavelmente esse estudo teria sido muito mais árduo.

Aos sobrinhos **Fernanda Tonetto e Gustavo Martta** pela acolhida, amizade e carinho.

Ao **Prof. Dr. Aron Ferreira** que me oportunizou o trabalho em equipe no Departamento de Morfologia, mostrando despreendimento ao largar suas atividades e me ensinar técnicas importantes para a condução desse trabalho.

Aos colegas **Prof. Dr. Marcelo Leite da Veiga, Profa. Dra. Maria Izabel Ugalde, Profa. Dra. Cristina da Costa Krewer** que me adotaram em seu laboratório de análise de tecidos oportunizando o aprendizado e o desenvolvimento desse trabalho.

À aluna **Débora Assaf**, que em inúmeras manhãs de inverno auxiliou-me no manejo dos animais bem como durante o procedimentos cirúrgicos.

A todos os alunos do Labitex – UFSM, que de uma forma ou de outra me ajudaram, em especial a **Mariana Vencato, Hugo Cuelho, Laura Otero, Patrícia Passos, Tanise Ramswami, Bruna Vigil e Maiara Toldo** que participaram diretamente no processamento dos tecidos.

Aos funcionários da Pós-graduação **Ana, Davenir, Marcos e Paulo**, e às secretárias das clínicas da Ortodontia e Cerlap, **Carla, Rejane, Alessandra, Karina e Neusa**.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A minha esposa, **Rosa**, que soube compreender minha ausência, não medindo esforços para proporcionar tempo e serenidade para execução desse trabalho, abdicando de nosso convívio e assumindo atribuições a fim de facilitar o meu período de estudo.

Aos meus colegas, tios e padrinhos: **Maria Helena e Gabriel Pacheco** que pela segunda oportunidade contribuíram com a minha formação acadêmica, proporcionando-me um segundo lar com atenção e carinho enquanto na minha estada em Porto Alegre.

Ao colega e amigo, **Prof. Dr. Jamal Hassan Assaf**, cuja paixão pelos procedimentos de regeneração óssea contagiou-me para o estudo e compreensão dos eventos a ele ligados. Sua colaboração foi essencial para a execução desse projeto e o desenvolvimento dessa linha de pesquisa.

Aos colegas de Disciplina, **Prof. Dr. Marta Machado Oliveira, Prof. Dr. Juliana Rodrigues Praetzel, Prof. Dr. Thiago Ardenghi, Prof. Dr. Rachel Rocha e Prof. Ana Paula Rorato Mainardi** pelo apoio nesse período.

*“Nós somos o que fazemos repetidamente.
Excelência, entretanto,
não é um ato, mas sim um hábito.”*

Aristóteles

RESUMO

OSORIO, L. B. Avaliação do reparo de alvéolo, após exodontia, com perda de uma parede óssea e utilização de enxerto aloplástico. Orientadora: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes. Porto Alegre, PUCRS, Faculdade de Odontologia – Tese (Doutorado em Ortodontia e Ortopedia Facial), 2013.

Após a exodontia ocorre redução das dimensões ósseas que pode vir a comprometer a estética e função. Devido aos eventos de reparo alveolar com perda de uma parede não terem sido descritos o presente estudo propôs-se avaliar as características do reparo de alvéolos com perda da parede vestibular e testar a influência do tratamento imediato com enxerto de material aloplástico. Foram extraídos os dois incisivos inferiores da amostra de dezesseis coelhos machos, com 120 dias, pesando entre 2,5 e 3kg. Um dos alvéolos teve sua parede vestibular mecanicamente removida a 5 mm da crista alveolar (WL) e a outra foi preservada (PR). Metade da amostra recebeu enxerto (beta fosfato tricálcio) em ambas as regiões testadas e os oito animais restantes não receberam enxerto. Suturas oclusivas foram realizadas em todos os alvéolos. Os animais foram agrupados de acordo com a presença de enxerto e período de avaliação, sendo o Grupo A - sem enxerto, avaliado em duas semanas, grupo B - sem enxerto e avaliado em dezesseis semanas, grupo C e D receberam enxerto e foram avaliados em duas e dezesseis semanas respectivamente. Avaliação foi realizada através de microtomografia e histomorfologia. O grupo A apresentou pouco material radiodenso dentro do alvéolo. A análise histológica mostrou tecido ósseo em processo de formação. Grupo B apresentou osso esponjoso com maior volume ósseo havendo diferenças entre WL e PR ($p < 0,05$). Grupo C exibiu distinto comportamento do grupo A na formação óssea, com aumento de material radiodenso no interior do alvéolo e nenhuma diferença de volume entre WL e PR. O Grupo D demonstrou aumento de osso, estatisticamente significativo, quando comparado ao grupo B, para ambas regiões, sem diferença entre os lados. As áreas apresentavam composição de tecido ósseo, tecido fibroso, e partículas não-reabsorvidas. A perda de parede interferiu negativamente no volume alveolar final. A colocação imediata do enxerto aloplástico foi capaz de reduzir a contração alveolar para locais com paredes alveolares preservadas e perdidas, podendo ser uma opção para tratamento de perdas ósseas durante o processo de exodontia. O periósteo apresentou limitação na contenção

das partículas de enxerto no interior do alvéolo quando da ausência de parede óssea.

Unitermos: rebordo alveolar, extração dentária, defeito alveolar, alvéolo dentário, microtomografia, técnicas de preservação, estudos em animais.

ABSTRACT

OSORIO, L. B. Evaluation of alveolar ridge healing and preservation in sockets with wall loss using alloplastic graft. Orientadora: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes. Porto Alegre, PUCRS, Faculdade de Odontologia – Thesis (PhD in Orthodontics and Dentofacial Orthopedics), 2013.

The reduction that occurs in the alveolar dimensions after tooth extraction can compromise the patients aesthetics and function. Due to the events of alveolar healing with loss of a wall were not described. The present study was designed to evaluate the characteristics of bone healing in socket with loss of a wall and test the influence of immediate treatment with alloplastic graft material. The two incisors of the sample of sixteen male rabbits, weighing between 2.5 and 3 kg, with 120 days were extracted. One of the walls was mechanically removed from its buccal aspect of the alveolar ridge 5 mm (WL) and the other was preserved (PR). Half of the sample received alloplastic graft (beta tricalcium phosphate) in both regions tested and, the remaining eight animals received no graft. Occlusive sutures were performed on all sites. The animals were grouped according to the graft presence and evaluation period as follows: Group A - no graft evaluated in two weeks, Group B - no graft and evaluated in sixteen weeks groups C and D received graft and were evaluated in two and sixteen weeks, respectively. Evaluation was performed using microtomography and histomorphology. Group A showed little material radiodense within the socket. Histological analysis showed bone tissue formation process. Group B showed more spongy bone volume with differences between WL and PR ($p < 0.05$). Group C exhibited distinct behavior of group A in bone formation, increasing radiodense material inside the socket and no volume difference between WL and PR. Group D showed increased bone, statistically significant when compared to group B, for both regions, with no difference between the sides. Areas had bone tissue composition, fibrous tissue, and non- resorbed particles. The wall loss negatively affect the alveolar volume. The immediate placement of alloplastic graft allowed to reduce the contraction ridge with socket wall preserved and lost, and can be an option for treatment of bone loss during the extraction. The periosteum has limitations in the containment of the particles within the graft when the absence of alveolar bone wall.

KEY WORDS: alveolar ridge, tooth extraction, alveolar bone loss, tooth socket, microtomography, preservation, animal experimentation.

SUMÁRIO

1	Introdução	13
2	Proposição	17
3	Artigo 1	18
4	Artigo 2	19
5	Artigo 3	20
6	Discussão	21
7	Conclusão	32
8	Bibliografia	33

1 INTRODUÇÃO

Deficiências de tecido ósseo são problemas em especialidades nos campos da medicina e odontologia. Condições fisiológicas como o envelhecimento propiciam perda gradual de tecido ósseo, todavia grandes perdas podem ser encontradas em zonas localizadas como em traumatismos, patologias ósseas e fissuras palatinas (GUVEN; TEKIN, 2006).

A remoção dentária desencadeia trauma pronunciado sobre o ligamento periodontal, vasos sanguíneos e osso alveolar. Durante o reparo da área cirúrgica, novo osso é formado enquanto todo alvéolo é remodelado. Esses eventos após exodontia evidenciam grande perda de volume alveolar que chega ao percentual de 50%, ocorrendo nos primeiros seis meses da cirurgia (LANDSBERG, 2008; ARAÚJO; LINDHE, 2009a; TAN et al., 2012; HORVATH et al., 2013). A perda óssea está concentrada principalmente às custas da parede vestibular onde o terço cervical sofre maior redução quando comparado ao terço apical (OKAMOTO; VASCONCELOS FIALHO, 1990; FICKL; ZUHR; WACHTEL; STAPPERT; et al., 2008).

Os dentes maxilares apresentam parede óssea vestibular marcadamente reduzida como foi constatado por Braut et al. (2011). Os autores identificaram, em exames tomográficos de feixe cônico, que as paredes ósseas alveolares vestibulares dos primeiros pré-molares, caninos, incisivos laterais e incisivos centrais, apresentavam marcada diminuição de espessura, onde apenas pouco mais de 30% das regiões observadas tinham espessura superior a 1mm. Em aproximadamente 20% das áreas avaliadas, nenhuma parede pôde ser observada (BRAUT et al., 2012).

Vera et al. descreveram que espessuras de paredes ósseas inferiores a 1mm estão associadas a prognóstico de risco para colocação de implantes osteointegráveis no que diz respeito a inserção imediata, bem como manutenção ao longo do tempo. Os resultados observados por Degidi et al. (2012) em uma avaliação retrospectiva de 7 anos corroboram essa afirmação, mostrando redução estatisticamente significativa na espessura da parede óssea alveolar após o procedimento imediato de colocação de implantes

(DEGIDI et al., 2012). Raízes proeminentes de dentes maxilares também são susceptíveis a perdas ósseas eventuais. Nevins et al. (2006) observaram perda de paredes ósseas vestibulares, mesmo sob atenção de cirurgiões experientes em procedimentos cuidadosos de exodontias. Essas regiões, quando mantidas sem tratamento, apresentaram valores de redução de dimensão alveolar próximos a 60%, evidenciando a necessidade de uma abordagem terapêutica para essas situações (NEVINS et al., 2006).

Após a exodontia são identificadas quatro fases que correspondem à proliferação celular, desenvolvimento de tecido conjuntivo, maturação desse tecido e calcificação óssea (BALDUCCI-ROSLINDO; MATA; MALAGOLI, 2003). Em estudo realizado em coelhos foram observados remanescentes reticulares de fibrina, associados ao coágulo inicial no centro do alvéolo, e células inflamatórias nas extremidades, após quatro dias da exodontia. Após uma semana, toda a rede de fibrina inicial estava ocupada por células inflamatórias, evidenciando tecido de granulação. O tecido ósseo iniciou sua formação pelas paredes laterais. O trabeculado ósseo encontrado ainda era rudimentar e em pequena quantidade, em duas semanas. Oito semanas após a exodontia, o osso que estava preenchendo o alvéolo mostrava sinais de remodelamento, disposição uniforme de trabéculas ósseas mais espessas e grandes áreas de medula (FISHER et al., 2004). Identificou-se área de formação mais precoce na porção apical do alvéolo pela forma cônica que ele apresenta, proporcionando maior proximidade de suas paredes na região onde se encontrava o ápice dentário do que na região cervical (BODNER et al., 1993).

Angiogênese é essencial para o processo de consolidação de fraturas ósseas e reparo do alvéolo (YAMADA et al., 2008). Existem evidências que o fator de crescimento vascular é produzido pelas células endoteliais em estágios precoces da cicatrização alveolar como descrito por Kanyama et al., (2003) sendo fundamentais para o processo de migração vascular para o coágulo em resolução no leito alveolar pós exodontia. Os autores, ainda demonstraram que a ossificação na regeneração alveolar é essencialmente do tipo intramembranosa em virtude da ampla disponibilidade de células osteogênicas no processo alveolar, caracterizando reparo por segunda intenção (KANYAMA et al., 2003).

O osso autólogo é considerado “padrão de referência” (GIELKENS et al., 2007), e seu uso como enxerto baseia-se no fato que esses materiais poderiam facilitar a formação de osso alveolar, ligamento periodontal e cemento por possuir células osteopromotoras, servindo como arcabouço para formação óssea e por conter citocinas com potencial de indução, como a BMP-2 e osteocalcina, que auxiliam na osteoindução (WILTFANG et al., 2004; TORRES et al., 2008). Todavia buscam-se alternativas ao emprego de osso autógeno em função da morbidade cirúrgica e do volume de material necessário, que são tidos como fatores negativos da técnica bem como sua rápida absorção, não mantendo o volume ósseo como demonstrado por Araujo & Lindhe (2011). Esses autores observaram pouca eficácia ao utilizar osso autógeno como material de preenchimento de alvéolos imediatamente após a extração (ARAÚJO; LINDHE, 2011).

O material de enxerto ideal deveria apresentar velocidade de absorção similar a do osso, pois no caso de ocorrer muito rapidamente permite maior contração do local e, sendo lento, poderia comprometer os tratamentos propostos como a colocação de implantes ou movimentação ortodôntica (YILMAZ et al., 2000). Os substitutos de osso ou biomateriais podem ser divididos em dois grandes grupos: biológicos e sintéticos. Fazem parte do primeiro grupo os corais, polímeros naturais como colágeno tipo I e matriz desmineralizada de osso. Materiais sintéticos que são utilizados como substitutos do osso são denominados de aloplásticos e compreendem os vidros bioativos, cerâmicas, polímeros sintéticos, metais e fosfatos como a hidroxiapatita e os fosfatos-tricálcicos (JANICKI; SCHMIDMAIER, 2011). Dos materiais aloplásticos disponíveis comercialmente no mercado, o beta fosfato tricálcico possui características que o tornam vantajoso na utilização como material de enxerto (WANG; COOKE, 2005). Eles possuem a capacidade de permitir a angiogênese através de sua estrutura (YAMADA et al., 2008), microporosidade, capacidade de dissolução aumentada pela presença do fosfato tricálcico (YUAN et al., 2002), sendo ainda materiais que podem ser utilizados como carreadores de outros fatores de crescimento ósseo como as proteínas morfogenéticas ósseas (YUAN; DE BRUIJN; ZHANG; et al., 2001).

Apesar dos inúmeros estudos, a completa manutenção da dimensão do processo alveolar no terço cervical do alvéolo, após exodontia, ainda não foi

observada (FICKL; ZUHR; WACHTEL; STAPPERT; et al., 2008; FICKL et al., 2009). Fickl et al. (2009) utilizaram o preenchimento da cavidade alveolar com osso bovino desproteínizado, com o mesmo material seguido de enxerto livre de gengiva, sobre o alvéolo e com um material experimental. Verificaram que as técnicas empregadas resultavam em menor redução do contorno alveolar, principalmente na parede vestibular, contudo, ainda observaram perda de dimensão vertical.

Foi relatada na literatura redução considerável na perda das dimensões cervicais de cavidades alveolares quando empregou-se material xenógeno bovino evidenciando a possibilidade do seu emprego em substituição ao osso autólogo (ARAÚJO; LINDHE, 2009b).

Apesar dos inúmeros trabalhos a respeito de regeneração óssea alveolar, os estudos, buscando padronização para melhor compreensão dos efeitos de grupos testes, eliminam regiões com paredes faltantes e/ ou com espessuras ósseas reduzidas, como descrito por Morjaria et al. (2012, p.14):

... a abordagem seletiva para inclusão de sítios não é representativa da situação clínica média, onde a perda parcial ou total das paredes do alvéolo possa ter ocorrido. Ainda pode ser o resultado de perda óssea pré-existente, ou pode ocorrer durante a extração em si, apesar dos melhores esforços do clínico para remover o dente o mais atraumaticamente possível.

Esses fatos quando associados a situações eletivas, como ocorre nas exodontias por indicação ortodôntica, pode vir a comprometer o plano de tratamento, necessitando de medidas imediatas para evitar possível agravamento da maloclusão.

Frente às dúvidas pertinentes ao assunto, a presente investigação buscou avaliar o comportamento de situação experimental onde se promoveu a perda de uma parede alveolar associada ao emprego de técnica de regeneração óssea imediatamente após a exodontia, sem o uso de membranas.

2 PROPOSIÇÃO

Objetivo geral

O presente trabalho teve por objetivo avaliar as características do reparo em alvéolos dentários, após exodontias, com perda de uma parede óssea, em coelhos.

Objetivo específicos

Verificar o estado atual do conhecimento baseado em evidência sobre reparo após exodontia e possíveis técnicas de preservação alveolar empregadas.

Avaliar as diferenças do reparo alveolar com e sem perda da parede óssea vestibular.

Determinar a influência do emprego imediato de biomaterial aloplástico diretamente no alvéolo no processo de reparo.

Identificar o comportamento do periósteo como tecido de suporte para o material de enxerto.

3 ARTIGO 1

Post-extraction healing and alveolar ridge preservation techniques in current published Systematic Reviews

Formatado para submissão ao periódico Clinical oral implants research. ISSN 0905-7161, Qualis A1, fator de impacto 3,433. SNIP (*Source Normalized Impact per Paper*) – 1,524.

Abstract

Objective: The aim of the present research is to perform a qualitative analysis of the the systematic reviews (SR) focusing in the subject of alveolar ridge (AR) dimensions and treatment outcomes for its preservation.

Data Sources: SR articles using Medline, the Cochrane Controlled Trials Register, Scopus, Web of Science, Periodicos Capes, LILACS, using “alveolar ridge” AND “systematic review” as main topics with no language restrictions.

Data Extraction: Performed by one author using predefined data fields. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analysis items (PRISMA) were employed to assess the quality. Population, risk of bias, risk of publication bias, type of study, and databases searched were extracted to a data sheet.

Data Synthesis: Descriptive analysis was performed. The outcomes were grouped by the topics natural healing process, preservation and regeneration techniques.

Results: Heterogeneity was found among selected papers in the presence of the PRISMA items. SRs revealed high level of bias (54%) in the included studies. The alveolar ridge presents a volumetric reduction and the AR techniques evaluated were effective in reducing the loss, but none was able to avoid bone reduction.

Conclusion: There is a tendency for SR follows the PRISMA recommendations for their preparation. The remodeling of the alveolar ridge after tooth extraction is an expected event in unassisted sockets, and the loss is 2.6–4.6 mm in width and 0.4–3.9 mm in height. None of the technique presented until now was able to avoid the ridge reduction but the alveolar ridge preservation can reduce bone loss after tooth extraction.

Key words: systematic review, alveolar ridge, preservation techniques, tooth extraction.

4 ARTIGO 2

*Post-extraction evaluation of sockets with one wall loss
– a microtomographic and histological study*

Submetido ao periódico Bone – ISSN – 8756-3282, Qualis A1, fator de impacto 3,823. SNIP (*Source Normalized Impact per Paper*) – 1,624.

Abstract

Objective: The objective of this study is to evaluate the characteristics of socket repair after teeth extraction with loss of a bone wall.

Material and Method: Lower incisors were extracted from 120-day-old male rabbits. A standardized defect of 5mm in the buccal wall was created in one of the socket sites. Furthermore, complete closures of the sockets entrance were performed. Two groups of biopsies were obtained: one with 14 days of healing and the other with 112, in order to perform the micro-CT and histologic evaluations of the tested group with wall loss comparing with the control group with the buccal bone wall preserved.

Results: Wall loss sites demonstrated a statistically significant reduction in width when compared to the preserved ones and, this difference decreased with time.

Conclusion: Long-term analysis showed that wall loss interfered in final ridge measurements by reducing the middle portion of the socket width compared to the preserved wall sockets. The histological and micro-CT qualitative analysis showed that both sites presented similar pattern of healing, despite the reduced dimension found in wall loss sites.

Clinical Relevance: The loss of socket bone wall during tooth extraction interferes in the final dimension of the ridge. These cases may need specific treatment in order to avoid difficulties in patient rehabilitation. Moreover, the impact of a post-extraction wall loss in humans requires investigation.

Keywords: tooth extraction, alveolar ridge, tooth socket, alveolar bone loss, X-ray microtomography.

5 ARTIGO 3

*Alveolar ridge preservation in sockets with wall loss:
a microtomographic and histological study*

Submetido ao periódico Clinical oral implants research. ISSN 0905-7161, Qualis A1, fator de impacto 3,433. SNIP (*Source Normalized Impact per Paper*) – 1,524.

Abstract:

Objective: To evaluate alveolar ridges with a single wall loss following the use of a technique for ridge preservation.

Materials and methods: Lower incisors were extracted from a sample of sixteen 120-day-old male rabbits. A standardized defect of 5 mm in the buccal wall (WL) was performed in one of the socket sites. Half of the sample received alveolar ridge preservation with beta-tricalcium-phosphate-particles, without use of barrier and with occlusive suture and the remaining animals without graft were the control group. Micro-CT and histologic studies were performed in 2 and 16 weeks.

Results: After a 2-week-period the graft group exhibited histological delay in bone formation, increase dense material inside the socket and no volume difference between the site with wall loss and the preserved (PR) one. The periosteum was not sufficient to contain the biomaterial inside the socket. The control group had little radiodense material inside the socket. Histology showed the woven bone and a remodeling process. After a 16-week-period the graft group showed WL difference ($p<0.05$) from the non-graft group for both sites. Control group showed cancellous bone and difference ($p<0.05$) was found between WL and PR. The control group showed a statistical significant volume decrease in both sites ($p<0.05$).

Conclusion: Wall loss interfered negatively with the final ridge volume. The immediate post-extraction placement of the alloplastic graft allowed to reduce alveolar shrinkage for preserved and wall loss sites, in these sites the regenerated bone was composed of new bone, fibrous tissue, and non-reabsorbed particles.

Keywords: tooth extraction, tooth socket, alveolar bone loss, ridge preservation, X-ray microtomography

6 DISCUSSÃO

Extrações dentárias são responsáveis pela redução do processo alveolar, interferindo na reabilitação por colocação de implantes, movimento ortodôntico bem como afetando a estética na região anterior (CAIAZZO; BRUGNAMI; MEHRA, 2010). Esses eventos estão associados a condições anatômicas, funcionais e histológicas que ocorrem na cavidade bucal, com mais expressividade na região anterior. Como descrito por Vera et al. 2012, a parede óssea alveolar vestibular dos dentes anteriores é estreita, principalmente nos dentes maxilares, corroborando para o significativo remodelamento ósseo após a exodontia, verificado na região anterior das arcadas dentárias. Aliado à espessura reduzida da parede óssea alveolar, tem-se a ausência de osso lamelar que demonstra ter maior resistência ao processo de remodelamento ósseo, bem como às forças exercidas no ato de remoção do dente.

A cuidadosa instrumentação no transoperatório, apesar de essencial para minimizar os eventos negativos de reparo ósseo que seguem a remoção do dente, nem sempre é suficiente para a preservação de todas as paredes ósseas (FICKL; ZUHR; WACHTEL; BOLZ; et al., 2008; FICKL et al., 2009; VIGNOLETTI et al., 2012). Como descrito por Nevins et. al (2006), independente da habilidade do profissional, as características morfológicas dos dentes anteriores com raízes proeminentes podem desencadear a perda de parede óssea, cujo tratamento deve ser estabelecido imediatamente visto os altos índices de perda dimensional que acometem as regiões não tratadas. Assim, a perda de paredes ósseas é observada com frequência e demanda atenção para a futura reabilitação da área afetada. Apesar de amplamente estudado (Artigo 1, p. 18), os ensaios científicos são pobres quanto à caracterização dos eventos que seguem o pós-operatório de extração dentária com perda de uma parede óssea (MARDAS et al., 2011; HOROWITZ; HOLTZCLAW; ROSEN, 2012). Os estudos, no intuito de padronização para melhor comparar grupos teste e controle eliminam essas áreas deficientes, o que proporciona uma lacuna quanto ao conhecimento dos eventos de cicatrização que seguem à exodontia quando do comprometimento das paredes alveolares (MORJARIA; WILSON; PALMER, 2012). Dessa forma, o presente estudo propôs-se avaliar as características do processo de cicatrização em alvéolos que tiveram uma

parede óssea removida mecanicamente imediatamente após a extração dentária (Figura 1, Artigo 2, p.57). Buscou-se identificar também as características do processo de regeneração quando utilizado enxerto aloplástico imediatamente à exodontia sem o emprego de membrana (Artigo 3, p.68). A avaliação foi realizada através de análise em microtomografia computadorizada que tem por característica permitir avaliação não destrutiva dos espécimes ósseos antes da análise histológica, evitando a distorção dimensional que o processamento das peças provoca (PARK et al., 2009). Pôde-se dessa maneira, realizar a delimitação da estrutura óssea como um todo e do alvéolo, em distintas escalas de densidade. Os resultados foram complementados com estudo histológico que caracterizou os detalhes celulares ocorridos no intervalo de tempo avaliado.

No Artigo 2 buscou-se evidências das características do osso alveolar como um todo. Os animais tiveram os incisivos inferiores removidos através de técnica cirúrgica conservadora, sem elevação de retalho. O estudo comparou a cicatrização dos dois lados da mandíbula do animal, onde uma das paredes ósseas vestibulares foi aleatoriamente removida na altura de 5mm. Esse lado com perda de parede foi denominado teste e o de parede preservada como controle. Foram avaliados em dois tempos: 2 e 16 semanas após a exodontia. O osso alveolar teve seu volume mensurado através de microtomografia em secções que correspondiam à porção intermediária do alvéolo, distando 2 mm da região óssea mais “cervical” em seu topo e 4 mm da mesma região em sua base. A definição do tecido avaliado foi delimitada através da escala de cinza (*gray threshold*), sendo regulada com a grandeza de 40-100. Esses dois cortes foram utilizados para fazer análise bidimensional onde se determinou a área com radiodensidade compatível ao tecido ósseo de ambos os lados e valores lineares que representavam a dimensão em espessura do alvéolo (Figura 2, Artigo 2, p. 58).

Os resultados obtidos em duas semanas de avaliação identificaram que a formação de tecido ósseo ocorre radialmente ao centro do alvéolo estando de acordo com os achados de Devlin et al (1997). O início da formação da matriz óssea auxilia na liberação de mediadores, como a proteína morfogênica óssea, que atuam induzindo a diferenciação de células de reserva em osteoblastos (ARISAWA et al., 2008). A neovascularização parte do tecido ósseo remanescente, proliferando e regenerando o novo osso. Com isso, a migração vascular que parte em direção à rede de fibrina do coágulo direcionando o desenvolvimento do novo osso encontra-

se afetada pela perda de parede, pois a migração tecidual oriunda da parede removida interferiu na formação óssea da região investigada.

Ainda, por consequência da ausência da parede óssea, o tecido mole adjacente ocupou o espaço que deveria ser preenchido pelo osso em regeneração. Esses achados justificam a redução estatisticamente significativa da região de perda de parede encontrada no primeiro período de avaliação em 2mm, tanto para as medidas lineares (33,95%) como para as de área (39,07%). Na mesma altura de 2mm para o segundo período de avaliação também ocorreu redução em 20,29% para as medidas lineares e 26,73% para a avaliação de área dos alvéolos que tiveram suas paredes vestibulares removidas. Com isso, evidenciou-se que a perda de uma parede proporcionou redução linear significativa na região cervical do rebordo alveolar, que se fosse em humanos, poderia influenciar os procedimentos de reabilitação por colocação de implantes e/ou possível movimento ortodôntico para o local da extração.

Em contraste a esses achados, as medidas lineares dos cortes de 4mm não apresentaram diferença estatisticamente significativa para ambos os períodos avaliados. Nesse corte também foi possível identificar que, no segundo período avaliado a região teste e controle, também não apresentaram diferença estatisticamente significativa (Tabela 1 do Artigo 2, p.61). Contudo, é de interesse observar que as diferenças entre teste e controle diminuíram no segundo período de avaliação de 21,54% para 8,79% nesse corte de 4mm. Esse resultado está relacionado ao fato que as regiões de parede preservada apresentaram remodelamento acentuado, reduzindo a dimensão horizontal, estando de acordo com o estudo de Fickl et al. (2009), que identificaram que a parede vestibular do alvéolo é susceptível a alteração volumétrica mais consistente devido ao trauma provocado pela extração dentária em decorrência de incisão, levantamento de retalho quando realizado, luxação dentária e sutura aliado ao fato de possuir menos tecido lamelar ou ser constituída basicamente por osso fasciculado (ARAÚJO; LINDHE, 2005; FICKL; ZUHR; WACHTEL; STAPPERT; et al., 2008; FICKL et al., 2009).

Outro fator que contribuiu para a pequena diferença observada na altura de 4 mm foi a grande quantidade de tecido ósseo remanescente nas paredes laterais que pode ter contribuído para a manutenção da dimensão horizontal. Essas estruturas, mais espessas, foram capazes de suportar os tecidos, permitindo a proliferação

óssea e recuperação parcial da dimensão. Esses eventos corroboram os achados de estudos que mostraram que a porção coronal do remanescente alveolar é mais susceptível ao remodelamento e a atrofia no período que segue a exodontia. (OKAMOTO; VASCONCELOS FIALHO, 1990; FICKL; ZUHR; WACHTEL; STAPPERT; et al., 2008; ARAÚJO; LINDHE, 2009a). Ainda, forças mastigatórias podem estar associadas à intensificação do remodelamento nessa área como sugere na Figura 6, do Artigo 2, p.61.

Como descrito nos Artigos 2 e 3, foram utilizadas as variáveis volume tecidual (TV), volume ósseo (BV), proporção de volume ósseo (BV/TV) e padrão de trabeculado ósseo (TbPt) para a avaliação quantitativa. Com isso, as alterações volumétricas observadas na presente pesquisa demonstraram que a manutenção óssea alveolar é dependente do dente (MARKS; SCHROEDER, 1996; ARAÚJO; LINDHE, 2005) como apontam as alterações morfológicas verificadas no segundo período de avaliação (Figura 4, Artigo 2, p.59). Entretanto, não foi possível identificar diferenças estatisticamente significativas ao comparar ambos os grupos entre os tempos, nas medidas lineares e em área em ambos os cortes 2 e 4mm. O mesmo não foi identificado para a avaliação volumétrica que mostrou diferença estatisticamente significativa entre os períodos. Oportuno salientar, que a medida de área no primeiro período de avaliação está subestimada, pois a morfometria foi realizada através de imagens binarizadas e, naquele período, o processo de formação óssea ainda encontrava-se incompleto. Esse fato como pode ser identificado na avaliação da região alveolar propriamente dita realizada no Artigo 3, principalmente na região de perda de parede.

A elevação do retalho mucoperiósteo e ou o excesso de manipulação tecidual pode contribuir para a lesão de células pluripotentes no periósteo, principalmente em indivíduos mais velhos, afetando a diferenciação em osteoblastos e conseqüente crescimento ósseo. Assim, onde as condições clínicas associadas ao protocolo cirúrgico empregado, utilização de biomaterial e ou membrana e o método empregado para a avaliação podem influenciar nos resultados das medidas de rebordos alveolares (MELCHER, 1969). A presente pesquisa realizou técnica cirúrgica minimamente invasiva (*flapless*) e avaliou a porção média do alvéolo, fatores que, combinados, podem ter contribuído para a manutenção da dimensão horizontal pela presença de potencial osteogênico do periósteo íntegro (MELCHER, 1969; FICKL; ZUHR; WACHTEL; STAPPERT; et al., 2008; VIGNOLETTI et al.,

2012), como identificado por Araújo & Lindhe (2005) (2009b), que concluíram que a porção média e apical do alvéolo permaneceu estável após a extração (ARAÚJO; LINDHE, 2005; 2009b).

O padrão de trabeculado ósseo (TbPf¹), originado da histomorfometria realizada em cortes ultrafinos de tecido ósseo não descalcificado, associa a medição do perímetro e área de trabeculado ósseo ao fato que todos os padrões podem ser descritos por sua relação entre superfícies côncavas e convexas. A análise utiliza-se de processo computacional onde a estrutura óssea binarizada é dilatada e erodida, avaliando-se a diferença desses resultados. Assim sendo, pode-se dizer que muitas estruturas convexas indicam uma estrutura pouco conectada ao passo que muitas estruturas côncavas significam um padrão ósseo bem conectado (HAHN et al., 1992). O índice deve ser avaliado comparativamente entre as estruturas em estudo, onde seus valores absolutos apresentam pouco significado. Esse parâmetro de estudo (TbPf) identifica alterações mínimas da estrutura trabecular auxiliando na identificação da densidade óssea (HAHN et al., 1992). Ainda, confirmando essas afirmações, GOULET et al. (1994) compararam os resultados microtomográficos de uma grande quantidade de cubos de osso trabecular originados de diversos doadores com ensaio mecânico compressivo naquelas peças, observando correlação altamente significativa da proporção volume ósseo (BV/TV) e do trabeculado ósseo com valores de elevada resistência óssea. (GOULET et al., 1994). Com isso, valores baixos de TbPf, obtidos na microtomografia, significam que a malha trabecular apresenta-se mais conectada possuindo maior resistência e maior proporção de osso por volume, enquanto que valores mais elevados estão associados a estrutura trabecular mais desconectada apresentando um resultado inverso no que se refere a resistência mecânica (PARK et al., 2009).

No presente estudo observa-se redução dos valores entre os tempos identificando maior conectividade do trabeculado ósseo. Esse resultado, contudo, está relacionado ao método de determinação do volume de interesse (VOI) empregado para a análise volumétrica. Assim, no Artigo 2 avaliou-se em conjunto o osso antigo (osso basal e paredes alveolares remanescentes) e o osso novo (dentro do alvéolo em reparo), apresentando um valor absoluto médio menos expressivo do que os obtidos no Artigo 3. O VOI correspondente à região do alvéolo do dente com e sem biomaterial identificou valores significativamente mais dispares entre os tempos e quando comparados presença ou ausência de biomaterial. No

¹ TbPf- sigla referente ao termo *Trabecular bone pattern factor* – fator de padrão do trabeculado ósseo (PARFITT et al., 1987).

entanto avaliando-se as regiões de parede preservada ou perdida o padrão trabecular era semelhante. Esses dados foram confirmados através da análise histológica que mostrou semelhança no padrão ósseo.

As imagens histológicas do segundo período de avaliação para a região com perda de parede mostraram alargamento do periósteo próximo ao tecido epitelial que representa a mucosa jugal. (Figura 7, Artigo 2, p.62). Células epiteliais e do tecido conjuntivo do periósteo apresentam maior velocidade de crescimento e a proximidade ao sítio com o defeito podem ter influenciado nas dimensões. Seu crescimento ocupou o espaço originalmente da parede óssea que foi removida, impedindo a formação da matriz óssea, diferenciação celular e mineralização da matriz extracelular(KHARAZIHA; FATHI; EDRIS, 2013).

Em contrapartida, inserções musculares podem, de forma limitada, ter contribuído com ossificação aposicional, auxiliando no remodelamento ósseo por crescimento de tecidos. As mudanças volumétricas observadas ao longo do tempo evidenciam ganho de volume pelo crescimento de novo tecido ósseo no espaço que era ocupado pelo dente com a influência negativa da perda de parede. No entanto, o tempo contribuiu para a redução da diferença, associado ao remodelamento a parede preservada.

O objetivo para as técnicas de preservação alveolar com a utilização de enxertos imediatamente após a extração é evitar a atrofia do rebordo alveolar, permitindo a manutenção morfológica para implantes dentários, prótese e estética gengival (HEINEMANN et al., 2012). No entanto, a ênfase das pesquisas mais atuais é sobre os mecanismos de reparação em alvéolos com a presença de todas as paredes ósseas, uma situação que muitas vezes não é rotina em clínica odontológica. A introdução imediata de uma substância osteocondutora dentro do alvéolo logo após a remoção do dente é uma técnica para manutenção da dimensão alveolar que pode ser usada em situações clínicas com potencial perda de parede (NEVINS et al., 2006). O biomaterial atua como suporte, evitando o colapamento do periósteo e permitindo a estabilidade dimensional. Com essa finalidade, o Artigo 3 utilizou o biomaterial Straumann Bone Ceramic, um composto microporoso de hidroxiapatita e beta fosfato tricálcico, com partículas de dimensão entre 500µm e 1000µm no interior dos alvéolos com perda de parede (WL) e sem perda de parede (PR).

Foram formados grupos de acordo com emprego ou não do biomaterial e tempo após a exodontia para as avaliações dos alvéolos em estudo. Nessa avaliação o grupo A representava locais sem biomaterial avaliado em 2 semanas, o grupo B locais sem biomaterial avaliado em 16 semanas, o grupo C e D assemelhavam-se aos anteriores, porém receberam material de enxerto em seu interior, sendo avaliados em 2 e 16 semanas respectivamente. Para a avaliação microtomográfica foram consideradas as mesmas posições da região de interesse previamente descrita (2mm e 4mm da porção mais anterior da mandíbula), com a distinção que nessa avaliação foi utilizado um VOI cilíndrico, com base de 3mm de diâmetro ajustada nos cortes de 2 mm e 4mm à região que anteriormente era ocupada pelo dente. Os espécimes foram avaliados em três densidades determinados através da escala de cinza 40-70, 71-100 e 101-200 (Figura 1). Devido as diferenças não significativas encontradas no *threshold* 71-100, os dados referentes ao mesmo foram suprimidos do Artigo 3 com a finalidade de facilitar

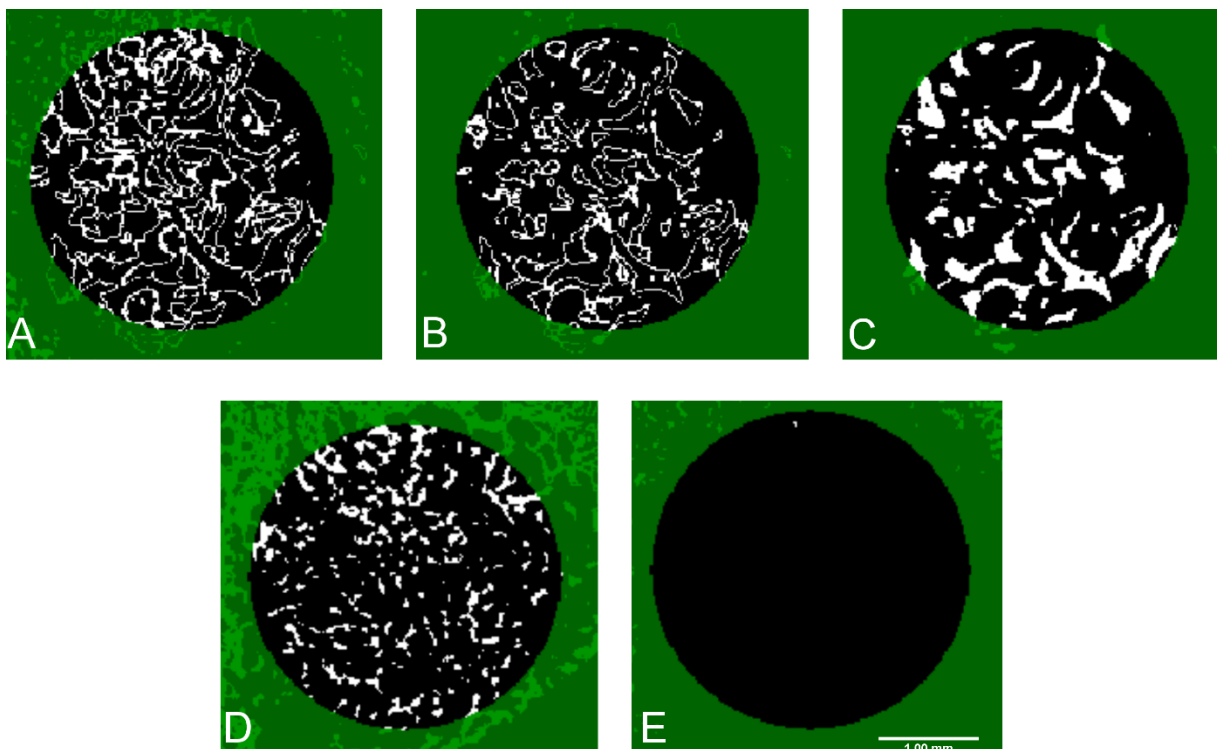


Figura 1 Análise Microtomográfica da região alveolar adaptada do Artigo 3. A, B Imagens da ROI do espécime do grupo com biomaterial e avaliado em duas semanas, mostrando as escalas de cinza utilizadas para a determinação do VOI. A) Escala de cinza 40-70; B) escala de cinza 101-200. É possível identificar que o tecido que está sendo avaliado encontra-se circundando as partículas de biomaterial. Na escala de cinza 101-200 é possível identificar o biomaterial empregado. C e D imagens da ROI de espécime sem enxerto e avaliado em duas semanas. C) imagem escala de cinza 40-70. Nas imagens da ROI (b) nota-se padrão desconectado da estrutura trabecular em formação. D) Escala 101-200 revelou espaço vazio.

A real necessidade do emprego de membranas para preservação alveolar com a finalidade de impedir o crescimento de células não osteogênicas para o interior do alvéolo vem sendo discutida. Embora as membranas permitam bons resultados clínicos, a diminuição do suprimento sanguíneo proveniente do osso subjacente pode afetar o retalho sobre o defeito ósseo favorecendo a necrose tecidual e o surgimento de deiscência (VAN ASSCHE et al., 2012).

Li, et al. demonstraram que o periósteo preservado pode atuar como uma barreira, favorecendo a osteogênese (LI et al., 2013). Ele pode ser considerado como fonte de células mesenquimais pluripotentes, o que beneficia a regeneração alveolar. Não obstante a isso, sua camada densa de fibras e fibroblastos, combinados com um rico plexo vascular tende a auxiliar no processo de cicatrização (MAHAJAN, 2010).

Brkovic, et al. avaliaram o reparo de alvéolos imediatamente após a extração dentária em humanos preenchendo-os com beta fosfato tricálcio e colágeno tipo I com e sem barreira de membrana. Encontraram resultados favoráveis sem diferença estatística significativa entre ambas. Os autores concluíram que, apesar do fechamento total da abertura alveolar, o processo de reparo ocorreu como se a sutura oclusiva não tivesse sido realizada, partindo das paredes ósseas basais e laterais em direção ao centro do alvéolo (BRKOVIC et al., 2012). Esses achados suportam os encontrados na presente pesquisa como observado nos grupos A e B (grupos sem emprego de biomaterial). A sutura oclusiva do alvéolo e a simples presença do periósteo não foram suficientes para levar a formação óssea e preservar o volume de alvéolo. A reconstrução 3D realizada no Artigo 3 (Figura 2, p. 82) ilustra esta constatação e a Figura 3, p. 83 mostra a depressão óssea formada na ausência da parede. Esta cicatrização comprometeu a morfologia, aumentando significativamente a perda óssea, como observado no grupo B. Além disso, o periósteo do grupo C mostrou limitações na contenção do biomaterial dentro do alvéolo. Histologicamente, as partículas tornaram-se incorporadas ao periósteo e a dimensão original foi aumentada. (Figura 4 do Artigo 3, p.84).

A avaliação microtomográfica do grupo C mostrou aumento estatisticamente significativo na presença de material denso dentro do alvéolo pela presença do biomaterial empregado. Análise histológica revelou presença de grânulos envoltos em tecido ósseo imaturo (Figura 5, Artigo 3, p.85). O aspecto dimensional foi similar entre as regiões testadas, mostrando que o biomaterial foi capaz de manter o

volume alveolar como visto nos resultados microtomográficos do grupo D, apesar da análise histológica evidenciar o amplo remodelamento sofrido por toda estrutura óssea. Esse achado está parcialmente de acordo com Araújo, Liljenberg, Lindhe (2010). que encontraram, em duas semanas de acompanhamento, íntima relação de partículas de biomaterial com formação de osso novo (ARAÚJO; LILJENBERG; LINDHE, 2010). Os osteoblastos demonstraram secreção de matriz óssea circundando às partículas de biomaterial (Figura 4, Artigo 3, p.84) evidenciando a mudança do padrão trabecular encontrado no grupo C. A angiogênese observada entre as partículas é semelhante à encontrada no estudo de Yamada, et al. (2008) que verificou formação de novos vasos sanguíneos proveniente dos ossos parietais originais, invadindo o espaço entre as partículas de enxerto (YAMADA et al., 2008). O presente estudo encontrou neovascularização no osso novo que circunda as partículas de enxerto. Apesar desse achado, nem todas as partículas no interior do alvéolo mostraram tecido neoformado em duas semanas de avaliação, sugerindo que fatores locais ou relacionados ao modelo animal possam ter interferido no processo de osteoindução.

Análise de colágeno da matriz óssea mostrou que havia menor maturação de colágeno no grupo C, quando comparado ao grupo A (Figuras 6a e 6c, Artigo 3, p.86). Isto revelou que a presença de biomaterial retardou o processo de reparo alveolar após extração. Este resultado difere do trabalho de Yuan, et al (2001) em que não foi possível encontrar osso 35 dias após a implantação de alfa fosfato tricálcio em tecido muscular de coelho. O material empregado como enxerto foi sinterizado a 1150°C e havia mostrado comportamento de osteocondução após 60 dias de implantação em músculo de cães. (YUAN; DE BRUIJN; ZHANG; et al., 2001). Osteoindução está presente em todos os mamíferos e tem relação direta com o biomaterial utilizado (YUAN et al., 2002) onde fatores diversos como sua composição e microestrutura, aumento da microporosidade e diminuição do tamanho de grão, aumento da área de superfície do biomaterial, tem influência em seu potencial de osteoindução, sofrendo influência, inclusive, da temperatura de sinterização para a obtenção do material (YUAN et al., 2010).

O grupo D mostrou partículas de biomaterial circundadas por tecido de característica fibrosa. A parede vestibular foi completamente remodelada na porção coronal do VOI, realçando o íntimo contato do material com o osso. Os grupos C e D mostraram um mistura de partículas de enxerto, osso e tecido fibroso em sua

composição compatível ao observado por outros estudos (FROUM et al., 2002; BARONE et al., 2008; HORVATH et al., 2013).

O crescimento trabecular (TbPf) foi evidente onde as trabéculas no período de 16 semanas foram mais espessas que em duas semanas. Essa variável demonstrou maior conectividade para o grupo D e menor para o grupo A. Esse último, mostrou diferença estatística significativa entre as regiões de avaliação devido à ausência da parede óssea. Nesses grupos, com a presença do biomaterial, cavidades fechadas decorrem do crescimento tecidual em torno das partículas promovendo o surgimento dos valores negativos mais expressivos (PARK et al., 2009)

A avaliação microtomográfica com escala de cinza de 101-200 nos grupos C e D permitiu a análise da quantidade de material de enxerto dentro do alvéolo. Esse mostrou diminuição com o passar do tempo como pode ser observado pela diferença entre os grupos C e D. A região com parede óssea preservada do grupo C apresentou BV/TV maior que a com perda de parede. Comportamento inverso foi observado no grupo D. Ambas as regiões no grupo D mostraram redução comparado ao grupo C, mas apenas a região de parede preservada teve uma diferença estatisticamente significativa. Esses resultados expressam que a taxa de absorção do biomaterial pode ser influenciada pela presença de osso original.

O processo de degradação lento do beta-fosfato-tricálcico proporciona um microambiente rico em íons Cálcio e Fosfato que contribue para a formação óssea, contudo, a presença crônica desses íons pode interferir negativamente no ambiente, contribuindo na reversão do tecido ósseo recém-formado, para a formação de um tecido análogo ao mesmo. Esse fato foi verificado quando do emprego da forma alfa fosfato tricálcico, que por sua característica química dissolve-se mais rapidamente (YUAN; DE BRUIJN; LI; et al., 2001; YE et al., 2007). Araújo, Liljenberg, Lindhe (2010) observaram que os locais onde o beta fosfato tricálcio foi empregado apresentou retardo no desenvolvimento ósseo à semelhança do encontrado na presente pesquisa associado ao fato das concentrações elevadas de Cálcio e fosfato interferir no metabolismo do osteoblasto (ARAÚJO; LILJENBERG; LINDHE, 2010). Assim, essa análise leva ao surgimento da hipótese de que o microambiente rico em íons previamente mencionados afete a delgada parede vestibular, contribuindo para seu remodelamento.

A absorção encontrada nas paredes preservadas, entretanto, vai de encontro aos achados do estudo de Assaf et al. (2013), que mostraram a manutenção da

parede óssea vestibular quando da utilização de beta fosfato tricálcico (Straumann Bone Ceramic) nos *gaps* formados com o implante e remanescente alveolar (ASSAF et al., 2013). As tomografias computadorizada de feixe cônico permitiram mensurar um incremento na espessura da parede vestibular dessas áreas. O grupo controle, que não recebeu material algum de enxerto, apresentou redução em sua espessura. (ASSAF et al., 2013). A qualidade desse tecido ósseo/fibroso deve ser considerada. O tecido formado através da condução pelo biomaterial possui, em sua composição, partículas não absorvidas de biomaterial. Os resultados microtomográficos e histológicos ora apresentados desse tecido neoformado revelam que o aspecto radiográfico é similar ao osso. Em determinadas situações clínicas, como estética gengival e manutenção de tecido mole na região anterior, tal estrutura tecidual pode ser adequada. Contudo, as propriedades biomecânicas para a utilização de implante dental ou a movimentação ortodôntica através desse osso induzido pelo enxerto merecem maior investigação.

7 CONCLUSÃO

O conhecimento atual sobre as características do reparo alveolar após exodontia evidenciaram redução das dimensões alveolares horizontal e vertical após a exodontia onde as técnicas de preservação conseguem reduzir esse efeito, mas não evitá-lo.

Foi possível demonstrar que o processo de reparo de alvéolos com perda de uma parede óssea é histologicamente semelhante àqueles com as paredes íntegras.

Contudo, a presença de perda de parede proporcionou redução significativa na dimensão alveolar, sendo mais expressiva na porção coronal que na região apical.

A técnica de preservação de rebordo por aplicação imediata de biomaterial sem uso de membrana proporcionou redução da perda óssea, porém o perióstio mostrou limitada capacidade tanto de evitar o colapso do tecido mole para o interior do alvéolo como de delimitar o biomaterial no interior do mesmo.

8 BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, M. G.; LILJENBERG, B.; LINDHE, J. beta-Tricalcium phosphate in the early phase of socket healing: an experimental study in the dog. **Clin Oral Implants Res**, v. 21, n. 4, p. 445-54, Apr 1. 2010.

ARAÚJO, M. G.; LINDHE, J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction. An experimental study in the dog. **J Clin Periodontol**, v. 32, n. 2, p. 212-8, Feb. 2005.

_____. Ridge alterations following tooth extraction with and without flap elevation: an experimental study in the dog. **Clin Oral Implants Res**, v. 20, n. 6, p. 545-9, Jun. 2009a.

_____. Ridge preservation with the use of Bio-Oss collagen: A 6-month study in the dog. **Clin Oral Implants Res**, v. 20, n. 5, p. 433-40, May. 2009b.

_____. Socket grafting with the use of autologous bone: an experimental study in the dog. **Clin Oral Implants Res**, v. 22, n. 1, p. 9-13, Jan. 2011.

ARISAWA, E. A. et al. Calcitonin in bone-guided regeneration of mandibles in ovariectomized rats: densitometric, histologic and histomorphometric analysis. **Int J Oral Maxillofac Surg**, v. 37, n. 1, p. 47-53, Jan. 2008.

ASSAF, J. H. et al. Computed tomographic evaluation of alterations of the buccolingual width of the alveolar ridge after immediate implant placement associated with the use of a synthetic bone substitute. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 28, n. 757-763, 2013.

BALDUCCI-ROSLINDO, E.; MATA, A. C. D.; MALAGOLI, D. M. Ação do Symphytum officinale na reparação do processo alveolar após exodontia. **Rev. Fac. Odontol. Lins**, v. 15, n. 1, p. 47-52, 2003.

BARONE, A. et al. Xenograft versus extraction alone for ridge preservation after tooth removal: a clinical and histomorphometric study. **J Periodontol**, v. 79, n. 8, p. 1370-7, Aug. 2008.

BODNER, L. et al. Extraction site healing in rats. A radiologic densitometric study. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol**, v. 75, n. 3, p. 367-72, Mar. 1993.

BRAUT, V. et al. Thickness of the anterior maxillary facial bone wall-a retrospective radiographic study using cone beam computed tomography. **Int J Periodontics Restorative Dent**, v. 31, n. 2, p. 125-31, Apr. 2012.

BRKOVIC, B. M. et al. Beta-tricalcium phosphate/type I collagen cones with or without a barrier membrane in human extraction socket healing: clinical, histologic, histomorphometric, and immunohistochemical evaluation. **Clin Oral Investig**, v. 16, n. 2, p. 581-90, Apr. 2012.

CAIAZZO, A.; BRUGNAMI, F.; MEHRA, P. Buccal plate augmentation: a new alternative to socket preservation. **J Oral Maxillofac Surg**, v. 68, n. 10, p. 2503-6, Oct. 2010.

DEGIDI, M. et al. Buccal bone plate in the immediately placed and restored maxillary single implant: a 7-year retrospective study using computed tomography. **Implant Dent**, v. 21, n. 1, p. 62-6, Feb. 2012.

DEVLIN, H. et al. Trabecular bone formation in the healing of the rodent molar tooth extraction socket. **J Bone Miner Res**, v. 12, n. 12, p. 2061-7, Dec. 1997.

FICKL, S. et al. Hard tissue alterations after socket preservation: an experimental study in the beagle dog. **Clin Oral Implants Res**, v. 19, n. 11, p. 1111-8, Nov. 2008.

FICKL, S. et al. Hard tissue alterations after socket preservation with additional buccal overbuilding: a study in the beagle dog. **J Clin Periodontol**, v. 36, n. 10, p. 898-904, Oct. 2009.

FICKL, S. et al. Dimensional changes of the alveolar ridge contour after different socket preservation techniques. **J Clin Periodontol**, v. 35, n. 10, p. 906-13, Oct. 2008.

FISHER, J. P. et al. Effect of biomaterial properties on bone healing in a rabbit tooth extraction socket model. **J Biomed Mater Res A**, v. 68, n. 3, p. 428-38, Mar 1. 2004.

FROUM, S. et al. Histological comparison of healing extraction sockets implanted with bioactive glass or demineralized freeze-dried bone allograft: a pilot study. **J Periodontol**, v. 73, n. 1, p. 94-102, Jan. 2002.

GIELKENS, P. F. et al. Is there evidence that barrier membranes prevent bone resorption in autologous bone grafts during the healing period? A systematic review. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 22, n. 3, p. 390-8, May-Jun. 2007.

GOULET, R. W. et al. The relationship between the structural and orthogonal compressive properties of trabecular bone. **J Biomech**, v. 27, n. 4, p. 375-89, Apr. 1994.

GUVEN, O.; TEKIN, U. S. Healing of bone defects by an osteopromotion technique using solvent-dehydrated cortical bone plate: a clinical and radiological study. **J Craniofac Surg**, v. 17, n. 6, p. 1105-10, Nov. 2006.

HAHN, M. et al. Trabecular bone pattern factor--a new parameter for simple quantification of bone microarchitecture. **Bone**, v. 13, n. 4, p. 327-30, 1992.

HEINEMANN, F. et al. Bone level change of extraction sockets with Bio-Oss collagen and implant placement: A clinical study. **Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger**, v. 194, n. 6, p. 508-512, 2012.

HOROWITZ, R.; HOLTZCLAW, D.; ROSEN, P. S. A review on alveolar ridge preservation following tooth extraction. **J Evid Based Dent Pract**, v. 12, n. 3 Suppl, p. 149-60, Sep. 2012.

HORVATH, A. et al. Alveolar ridge preservation. A systematic review. **Clin Oral Investig**, v. 17, n. 2, p. 341-63, Mar. 2013.

JANICKI, P.; SCHMIDMAIER, G. What should be the characteristics of the ideal bone graft substitute? Combining scaffolds with growth factors and/or stem cells. **Injury**, v. 42 Suppl 2, n. S77-81, Sep. 2011.

KANYAMA, M. et al. Connective tissue growth factor expressed in rat alveolar bone regeneration sites after tooth extraction. **Arch Oral Biol**, v. 48, n. 10, p. 723-30, Oct. 2003.

KHARAZIHA, M.; FATHI, M. H.; EDRIS, H. Development of novel aligned nanofibrous composite membranes for guided bone regeneration. **J Mech Behav Biomed Mater**, v. 24, n. 9-20, Aug. 2013.

LANDSBERG, C. J. Implementing socket seal surgery as a socket preservation technique for pontic site development: surgical steps revisited--a report of two cases. **J Periodontol**, v. 79, n. 5, p. 945-54, May. 2008.

LI, J. et al. Minimally invasive ridge augmentation using xenogenous bone blocks in an atrophied posterior mandible: a clinical and histological study. **Implant Dent**, v. 22, n. 2, p. 112-6, Apr. 2013.

MAHAJAN, A. Treatment of multiple gingival recession defects using periosteal pedicle graft: a case series. **J Periodontol**, v. 81, n. 10, p. 1426-31, Oct. 2010.

MARDAS, N. et al. Radiographic alveolar bone changes following ridge preservation with two different biomaterials. **Clin Oral Implants Res**, v. 22, n. 4, p. 416-23, Apr. 2011.

MARKS, S. C., JR.; SCHROEDER, H. E. Tooth eruption: theories and facts. **Anat Rec**, v. 245, n. 2, p. 374-93, Jun. 1996.

MELCHER, A. H. Role of the periosteum in repair of wounds of the parietal bone of the rat. **Arch Oral Biol**, v. 14, n. 9, p. 1101-9, Sep. 1969.

MORJARIA, K. R.; WILSON, R.; PALMER, R. M. Bone Healing after Tooth Extraction with or without an Intervention: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. **Clin Implant Dent Relat Res**, v., n. 1-18, Mar 8. 2012.

NEVINS, M. et al. A study of the fate of the buccal wall of extraction sockets of teeth with prominent roots. **Int J Periodontics Restorative Dent**, v. 26, n. 1, p. 19-29, Feb. 2006.

OKAMOTO, T.; VASCONCELOS FIALHO, A. C. [Comparative histological study of two methods of obtaining alveolar sections in rats]. **Rev Odontol UNESP**, v. 19, n. 1, p. 63-74, 1990.

PARFITT, A. M. et al. Bone histomorphometry: standardization of nomenclature, symbols, and units. Report of the ASBMR Histomorphometry Nomenclature Committee. **J Bone Miner Res**, v. 2, n. 6, p. 595-610, Dec. 1987.

PARK, E.-A. et al. Experimental Bone Biopsies Using Two Bone Biopsy Needles: Quantitative Micro-CT Analysis of Bone Specimens. **Academic Radiology**, v. 16, n. 3, p. 332-340, 2009.

TAN, W. L. et al. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. **Clin Oral Implants Res**, v. 23 Suppl 5, n. 1-21, Feb. 2012.

TORRES, C. S. et al. Does the use of laser photobiomodulation, bone morphogenetic proteins, and guided bone regeneration improve the outcome of autologous bone grafts? An in vivo study in a rodent model. **Photomed Laser Surg**, v. 26, n. 4, p. 371-7, Aug. 2008.

VAN ASSCHE, N. et al. Randomized Controlled Trial to Compare Two Bone Substitutes in the Treatment of Bony Dehiscences. **Clin Implant Dent Relat Res**, v. 15, n. 4, p. 558-568, Aug. 2012.

VARGAS, T. Conhecimento científico: da construção à validação. Rio de Janeiro. 2013 2011.

VERA, C. et al. Evaluation of buccal alveolar bone dimension of maxillary anterior and premolar teeth: a cone beam computed tomography investigation. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 27, n. 6, p. 1514-9, Nov-Dec. 2012.

VIGNOLETTI, F. et al. Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. **Clin Oral Implants Res**, v. 23 Suppl 5, n. 22-38, Feb. 2012.

WANG, H. L.; COOKE, J. Periodontal regeneration techniques for treatment of periodontal diseases. **Dent Clin North Am**, v. 49, n. 3, p. 637-59, vii, Jul. 2005.

WILTFANG, J. et al. Effects of platelet-rich plasma on bone healing in combination with autogenous bone and bone substitutes in critical-size defects: An animal experiment. **Clinical Oral Implants Research**, v. 15, n. 2, p. 187-193, //. 2004.

YAMADA, Y. et al. Angiogenesis in newly augmented bone observed in rabbit calvarium using a titanium cap. **Clin Oral Implants Res**, v. 19, n. 10, p. 1003-9, Oct. 2008.

YE, F. et al. A long-term evaluation of osteoinductive HA/beta-TCP ceramics in vivo: 4.5 years study in pigs. **J Mater Sci Mater Med**, v. 18, n. 11, p. 2173-8, Nov. 2007.

YILMAZ, S. et al. Reconstruction of an alveolar cleft for orthodontic tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v. 117, n. 2, p. 156-63, Feb. 2000.

YUAN, H. et al. Bone formation induced by calcium phosphate ceramics in soft tissue of dogs: a comparative study between porous alpha-TCP and beta-TCP. **J Mater Sci Mater Med**, v. 12, n. 1, p. 7-13, Jan. 2001.

YUAN, H. et al. Use of an osteoinductive biomaterial as a bone morphogenetic protein carrier. **J Mater Sci Mater Med**, v. 12, n. 9, p. 761-6, Sep. 2001.

YUAN, H. et al. Osteoinductive ceramics as a synthetic alternative to autologous bone grafting. **Proc Natl Acad Sci U S A**, v. 107, n. 31, p. 13614-9, Aug 3. 2010.

YUAN, H. et al. A comparison of the osteoinductive potential of two calcium phosphate ceramics implanted intramuscularly in goats. **J Mater Sci Mater Med**, v. 13, n. 12, p. 1271-5, Dec. 2002.

ANEXOS

Anexo A



Comissão Científica e de Ética
Faculdade da Odontologia da PUCRS

Porto Alegre 13 de Abril de 2011

O Projeto de: Tese

Protocolado sob nº: 0029/11
Intitulado: Avaliação do reparo de alvéolos de coelhos com perda de uma parede óssea após exodontia com a utilização de enxerto e laser de baixa potência
Pesquisador Responsável: Profa. Dra. Luciane Macedo de Menezes
Pesquisadores Associados Leandro Berni Osório
Nível: Tese / Doutorado

Foi *aprovado* pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS em 13 de Abril de 2011.

Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEUA/PUCRS

Profa. Dra. Ana Maria Spohr
 Presidente da Comissão Científica e de Ética da
 Faculdade de Odontologia da PUCRS



Anexo B



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
COMITÊ INTERNO DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL-UFSM

CARTA DE APROVAÇÃO

O Comitê Interno de Ética em Experimentação Animal-UFSM, analisou o protocolo de pesquisa:

Título do Projeto: Avaliação do reparo de alvéolos com defeito de uma parede óssea.

Numero do Parecer: 88/2010

Pesquisador Responsável: Leandro Berni Osório

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos. Toda e qualquer alteração do Projeto, assim como os eventos adversos graves, deverão ser comunicados imediatamente a este Comitê.

Os membros da CIETEA-UFSM não participaram do processo de avaliação dos projetos onde constam como pesquisadores.

DATA DA REUNIÃO DE APROVAÇÃO:

Santa Maria, 18 de janeiro de 2011.

Marta Lizandra do Rêgo Leal
Coordenador do Comitê Interno de Ética em Experimentação
Animal-UFSM

Anexo C



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CEUA – 140/11

Porto Alegre, 20 de outubro de 2011.

Prezada pesquisadora

A Comissão de Ética no Uso de Animais da PUCRS tomou conhecimento de seu protocolo de pesquisa intitulado: **“Avaliação do reparo de alvéolos de coelhos com perda de uma parede óssea após exodontia com a utilização de enxerto”**, a ser realizado na Universidade Federal de Santa Maria e informa que, a CEUA desta Universidade deverá acompanhar o desenvolvimento desta pesquisa.

Atenciosamente,


Profa. Dra. Anamaria G. Feijó
Coordenadora da CEUA-PUCRS

Ilma. Sra.
Luciane de Menezes
Faculdade de Odontologia
Nesta Universidade

PUCRS

Campus Central
Av. Ipiranga, 6690 – Prédio 60, sala 314
CEP: 90610-000
Fone/Fax: (51) 3320-3345
E-mail: ceua@pucrs.br

Anexo D

01/10/13

Gmail - Clinical Oral Implants Research - Manuscript ID COIR-Oct-13-OR-3704



Leandro Osorio <leandro.ortodontia@gmail.com>

Clinical Oral Implants Research - Manuscript ID COIR-Oct-13-OR-3704

1 mensagem

coir@zmk.unibe.ch <coir@zmk.unibe.ch>

1 de outubro de 2013 07:22

Para: leandro.osorio@ufsm.br, leandro.ortodontia@gmail.com

Cc: brigitte.baur@zmk.unibe.ch

01-Oct-2013

Dear Dr. Osorio:

Your manuscript entitled "Alveolar ridge preservation in sockets with wall loss: a microtomographic and histological study" has been successfully submitted online and is presently being given full consideration for publication in Clinical Oral Implants Research.

Your manuscript ID is COIR-Oct-13-OR-3704.

Please mention the above manuscript ID in all future correspondence or when calling the office for questions. If there are any changes in your street address or e-mail address, please log in to ScholarOne Manuscripts at <http://mc.manuscriptcentral.com/coir> and edit your user information as appropriate.

You can also view the status of your manuscript at any time by checking your Author Center after logging in to <http://mc.manuscriptcentral.com/coir>.

Thank you for submitting your manuscript to Clinical Oral Implants Research.

Sincerely,
Clinical Oral Implants Research Editorial Office

Anexo E

01/10/13

Gmail - Submission Confirmation



Leandro Osorio <leandro.ortodontia@gmail.com>

Submission Confirmation

1 mensagem

BONE (ELS) <bone@elsevier.com>

1 de outubro de 2013 07:23

Para: lbosorio@gmail.com, leandro.osorio@ufsm.br

Dear Leandro,

Your submission entitled "Post-extraction evaluation of sockets with one wall loss - a microtomographic and histological study" has been received by Bone

You may check on the progress of your paper by logging on to the Elsevier Editorial System as an author. The URL is <http://ees.elsevier.com/bone/>.

Your username is: lbosorio@gmail.com

If you need to retrieve password details, please go to: http://ees.elsevier.com/bone/automail_query.asp

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,
Editorial Office
Bone