

ANDRÉ LUÍS VIEIRA CORTEZ

Cirurgião – Dentista

**Influência de diferentes superfícies de implantes
endósseos de titânio sobre o processo de
osseointegração. Análises histológica e histométrica
em tibia de coelhos.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica, na Área de Cirurgia e Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

PIRACICABA

2002

ANDRÉ LUÍS VIEIRA CORTEZ

Cirurgião – Dentista

**Influência de diferentes superfícies de implantes
endósseos de titânio sobre o processo de
osseointegração. Análises histológica e histométrica
em tibia de coelhos.**

Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campinas, para
obtenção do título de Mestre em Clínica
Odontológica, na Área de Cirurgia e
Traumatologia Buco-Maxilo-Faciais.

Orientador: Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa

Banca Examinadora: Prof. Dr. Luis Augusto Passeri

Prof. Dr. Robson Rodrigues Garcia

PIRACICABA

2002

Ficha Catalográfica

C818i Cortez, André Luís Vieira.
Influência de diferentes superfícies de implantes endósseos de titânio sobre o processo de osseointegração. Análises histológica e histométrica em tibia de coelhos. / André Luís Vieira Cortez. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2002.
x, 90f. : il.

Orientador : Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa.
Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Implantes dentários endósseos. 2. Cirurgia. 3. Histologia. I. Barbosa, José Ricardo de Albergaria. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Bibliotecária Marilene Girello CRB/8-6159, da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP.



FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de MESTRADO, em sessão pública realizada em 13 de Dezembro de 2002, considerou o candidato ANDRÉ LUÍS VIEIRA CORTEZ aprovado.

1. Prof. Dr. JOSE RICARDO DE ALBERGARIA BARBOSA

2. Prof. Dr. ROBSON RODRIGUES GARCIA

3. Prof. Dr. LUIS AUGUSTO PASSERI

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, **Luiz** e **Izamar**, que me deram todo o apoio, carinho, compreensão e amparo durante o meu caminho e que, mesmo estando longe, estavam confiantes da minha dedicação, seriedade e importância do meu aprendizado.

Aos meus irmãos **Luís Roberto** e **Cristina**, e meu cunhado **Warley**, pela amizade, carinho e amor que tenho por vocês.

À **Juliana**, pessoa amada que se manteve ao meu lado, ajudando nos momentos difíceis e tornando-se meu eixo de equilíbrio durante todo este período de aprendizado.

AGRADECIMENTOS

À **Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas**, por ter oferecido todas as condições para a realização do curso de pós-graduação.

Ao **Prof. Dr. Luis Augusto Passeri**, por todo ensinamento, lição de vida, preocupação com minha formação, amizade e pelas oportunidades em que pude participar, fazendo com que eu crescesse como profissional e ser humano. Muito obrigado.

Ao **Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa**, por toda a orientação desse trabalho, pelos momentos de dificuldade que foram vencidos graças à sua experiência e pelos ensinamentos que me foram passados. Obrigado por tudo isso e, sobretudo, pela nossa amizade.

Ao **Prof. Dr. Roger William Fernandes Moreira**, pela amizade e carinho com que me recebeu aqui, pelos ensinamentos passados e pela disposição em querer sempre melhorar e ensinar. Obrigado e espero poder contar, quando possível, com você em nossa cidade maravilhosa (GOIÂNIA-GO).

Ao **Prof. Dr. Renato Mazzonetto**, pela força que me deu no começo do curso, pela amizade, os ensinamentos e as experiências passadas. Obrigado!

Ao **Prof. Dr. Márcio de Moraes**, agradeço por toda sua simplicidade em ensinar, e, acima de tudo, por toda educação e amizade que tivemos durante o curso. Muito obrigado!

Ao **Prof. Satiro Watanabe**, pessoa extremamente simples e humana, que me ensinou os primeiros passos cirúrgicos da vida. Meus sinceros e eternos agradecimentos.

Ao **Prof. Dr. Robson Garcia**, agradeço pela amizade, atenção e carinho com que me recebeu aqui. Espero que Deus abençoe você e sua esposa para que possam ser felizes em sua jornada da vida.

Ao **Dr. Alexandre Trivellato**, pessoa que me ajudou muito no início do curso, esclarecendo dúvidas e que me ajudou no estabelecimento aqui na cidade de Piracicaba.

Aos amigos que convivi por um período curto, **Eider, Laureano, Dinho e Luisão**, pela amizade e por todo ensinamento e experiências que me passaram, buscando, de alguma forma, me dar equilíbrio e força no início do curso.

Ao **Prof. Dr. Sérgio de Toledo**, pela colaboração e sugestões de mudanças durante o exame de qualificação.

Aos colegas doutorandos **Aleysson, Adriano, Rubens, Sandra e Wagner**, pessoas diretamente responsáveis por grande parte do conhecimento adquirido aqui, pela amizade, por todos os momentos agradáveis e mesmo, aqueles difíceis também. Obrigado pelos ensinamentos e por todos os bons momentos passados

juntos. Espero ter a amizade de vocês onde quer que esteja, porque a minha, vocês podem contar sempre!

Aos colegas de mestrado **Gustavo, Júlio, Luciana, Marcelo, Petrus e Rodrygo**, pelos nossos aprendizados juntos, pelos momentos difíceis e agradáveis passados. Agradeço pela nossa amizade, que sem dúvida se fortaleceu ao longo do curso e que ficará sempre forte onde quer que estejamos.

Ao amigo **Fabício Serra e Silva**, pela amizade, ajuda e os bons momentos passados na Faculdade e em nossa república.

À INP – Sistemas de Implantes Nacionais e de Próteses Comércio Ltda., em nome do **Dr. José Tadeu Tesseroli de Siqueira**, pelos implantes cedidos para esta pesquisa.

Ao **Roberto**, pela grande ajuda prestada durante a realização da fase de histometria.

A todo o pessoal da Histologia, por ter me oferecido todas as condições para a realização das lâminas e posterior documentação fotográfica, especialmente a **Cidinha, Heliene e Ivani**.

Aos funcionários da faculdade, **Vanderlei e Benedito**, por toda a ajuda no cuidado dos animais no biotério.

Às funcionárias **Sueli, Viviane, Daiana e Edilaine**, por toda a paciência e dedicação em fazer o nosso serviço funcionar melhor, graças à ajuda e ao trabalho de vocês. Muito obrigado!

“Fé que apenas brilhe na palavra vazia ou fé parasitária que somente se equilibra pela influência alheia, nutrindo-se tão-somente de promessas brilhantes e relegando a outrem as obrigações que a vida lhe assinala, serão sempre atitudes superficiais daqueles que se infantilizam à frente das responsabilidades que o Senhor confere a cada um de nós”

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	12
1 – INTRODUÇÃO	13
2 – REVISÃO DE LITERATURA	17
3 – PROPOSIÇÃO	35
4 – MATERIAIS E MÉTODOS	36
4.1 - ANIMAIS E ANESTESIA	36
4.2 - IMPLANTES UTILIZADOS	37
4.3 - PROCEDIMENTO CIRÚRGICO	38
4.4 - SACRIFÍCIO DOS ANIMAIS E PREPARO HISTOLÓGICO	42
4.5 - ANÁLISE HISTOLÓGICA	44
4.6 - ANÁLISE HISTOMÉTRICA	45
5 – RESULTADOS	49
5.1 - ANÁLISE HISTOLÓGICA	49
5.1.1 - <i>PERÍODO DE 3 SEMANAS PÓS-OPERATÓRIO</i>	
A) SUPERFÍCIE USINADA	49
B) SUPERFÍCIE JATEADA POR PLASMA SPRAY DE TITÂNIO	55
C) SUPERFÍCIE TRATADA POR ÁCIDO	60
5.1.2 - <i>PERÍODO DE 6 SEMANAS PÓS-OPERATÓRIO</i>	
A) SUPERFÍCIE USINADA	65
B) SUPERFÍCIE JATEADA POR PLASMA SPRAY DE TITÂNIO	71
C) SUPERFÍCIE TRATADA POR ÁCIDO	76
5.2 - ANÁLISE HISTOMÉTRICA	82
6 – DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	84
7 – CONCLUSÕES	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
APÊNDICE	100

RESUMO

Este trabalho objetivou realizar um estudo comparativo de diferentes tipos de superfícies de implantes endósseos de titânio comercialmente puro: usinada, jateada por plasma spray de titânio e com tratamento ácido. Para tanto, foram utilizados 36 implantes (12 de cada superfície), que tinham 2,6 mm de diâmetro por 6 mm de comprimento, apresentando-se com três sulcos regulares em “V”. Eles foram inseridos na metáfise tibial de coelhos, um implante por tibia, bilateralmente, utilizando-se, para a pesquisa, dezoito coelhos. Os coelhos foram divididos em três grupos de seis animais, cada grupo correspondendo a uma superfície diferente. Os animais foram sacrificados após períodos de 3 e 6 semanas, quando blocos ósseos contendo os implantes foram removidos, descalcificados e processados, para posterior análise histológica em microscopia óptica comum e análise histométrica. Os dados histológicos mostraram resposta tecidual normal para todos os grupos, com maior deposição óssea direta junto à interface osso-implante para o grupo jateado por plasma spray de titânio, no período inicial de 3 semanas. Em 6 semanas, não notaram-se grandes diferenças histológicas. Os dados histométricos revelaram melhores resultados para o grupo de implantes com superfície usinada, tanto no período de 3 semanas (25,2%), quanto no período de 6 semanas (28,2%), porém, sem diferenças estatísticas significantes entre os outros grupos avaliados. Quanto à avaliação do tempo x superfície, também não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

Unitermos: Implantes osseointegrados, tratamento de superfície, regeneração óssea.

ABSTRACT

The aim of the study was to compare different types of commercially pure titanium endosseous implant surface: machined, titanium plasma-sprayed coated and acid treatment. Therefore, it was used 36 implants (12 of each superficial implant surface), which had 2.6 mm of diameter and 6 mm of length, with three regular grooves in "V". They were placed in the tibial metaphysis of rabbits, one implant per tibia, bilaterally, with a total amount of eighteen rabbits. The rabbits were divided into three groups of six animals, each group corresponding to a different surface. The animals were sacrificed after 3 and 6 weeks, when the osseous block with the implants were cut, decalcified and processed, to posterior histological analysis at optical microscope and histometrical analysis. The histological results showed a normal tecidual response to all groups, with a greater osseous deposition directly at the bone-implant interface, for the titanium plasma-sprayed group, at the first initial phase of 3 weeks. At 6 weeks, there were no significant histological difference. The histometric results revealed better scores to the machined group, either at the 3-week period (25.2%), and at the 6-week period (28.2%), however, with no estatistical difference between all the groups evaluated. The time x surface evaluation also did not have any significant estatistical difference between the groups.

Uniterms: Osseointegrated implants, surface preparation, osseous regeneration.

1 - INTRODUÇÃO

A perda dentária é um fato traumático, podendo, algumas vezes, chegar a ser socialmente constrangedor para algumas pessoas. Isto foi observado ao longo da história humana quando, por milênios, a tentativa de reposição do dente perdido já se fazia presente (WORTHINGTON, 1994).

Acredita-se que o povo Etrusco utilizava ossos bovinos modelados em forma de pontes, sobrepostos aos dentes, há mais de 2.500 anos atrás. De maneira semelhante, arqueólogos descobriram em Honduras, evidências de que os povos que lá habitaram, utilizavam pedras em forma de dentes como implantes, há mais de 1.000 anos atrás. A noção de implante dental não levava em consideração a presença de raízes, mas sim, as coroas dentárias (SULLIVAN, 2001).

Na Europa, as referências relatadas na literatura moderna datam de 1809, com trabalho publicado na França e, mais tarde, experimentos utilizando dentes extraídos (tanto do homem, quanto de animal) associados ao metal chumbo, também foram descritos. Os estudos continuaram na busca tanto de materiais quanto do desenho dos implantes, para que o seu tempo útil não passasse de apenas um curto período (SULLIVAN, 2001).

Na década de 50, o sueco Per-Ingvar Brånemark interessado em estudar reparo e regeneração óssea, procurou observar o mecanismo do osso medular *in vivo*, processo denominado de microscopia vital. Utilizava, para isso, uma câmara que era inserida na perna do coelho, possibilitando a visualização microscópica de todo processo. Porém, Brånemark utilizava como material o tântalo e, impossibilitado de obtê-lo naquela ocasião, utilizou, em sua substituição, o titânio. Quando terminou seu estudo após alguns meses e tentou remover a câmara para reutilizá-la, ele observou que não conseguia mais removê-la. Sua descoberta teve significado maior apenas na década de 60, quando entrou para a Universidade de Gothenburg, e fez novamente o estudo, só que desta vez, em voluntários humanos. Inseriu a câmara de titânio no antebraço e realizou um estudo observando a reação das células sanguíneas humanas no local de contato com o material. Observou, então, que o titânio foi compatível com tecido mole, sem provocar reação imunológica adversa.

Em 1965, Brånemark e sua equipe realizaram seu primeiro caso, colocando quatro implantes na mandíbula de um paciente com deformidade. Após 5 meses, apoiou uma base fixa de dentes artificiais sobre os implantes, relatando sucesso com os mesmos.

Até a década de 80, as evoluções na utilização dos implantes nos Estados Unidos e na Europa corriam praticamente separados. Em 1982, um professor norte-americano George Zarb, da Universidade de Toronto, que foi treinado por Brånemark, resolveu repassar seus conhecimentos adquiridos na

Europa, organizando a chamada Conferência de Toronto. Ela teve como tema a Osseointegração na Clínica Odontológica. Neste evento, participaram pesquisadores norte-americanos e canadenses, além de mais de 70 universidades americanas que foram convidadas. Brånemark apresentou todo seu trabalho e resultados dos seus 15 anos de pesquisas em animais e humanos, o que realmente impulsionou rapidamente a utilização da sua técnica na América (SCHNITMAN & SHULMAN, 1979).

Como a evolução nos estudos aumentou de maneira rápida, surgiram grupos de estudos em várias cidades, os quais passaram a se reunir, trocando idéias e resultados sobre os seus casos e os diversos tipos de implantes utilizados. O que inicialmente era indicado por Brånemark, ou seja, a colocação de implantes em pacientes com edentulismo total na mandíbula, posteriormente, na maxila, passou a ser discutido, iniciando assim a instalação de implantes em pacientes com perdas dentárias parciais e perdas dentárias unitárias.

Apesar de toda esta evolução no material, forma e indicações para a colocação dos implantes, os estudos continuaram na busca de melhor eficiência no sistema e características do implante utilizado. O próprio período de tempo em que o paciente deve esperar até ser reabilitado proteticamente vem diminuindo de maneira gradativa, até mesmo, já se pesquisando reabilitação imediata à colocação dos implantes.

O tratamento das superfícies dos implantes, um recurso relativamente recente, desenvolvido pela moderna ciência tecnológica aplicada à Implantodontia, vem proporcionando resultados cada vez mais favoráveis e com uma alta previsibilidade. Desta forma, as pesquisas que nessa área há tempos se iniciaram, com certeza continuarão, complementando as já realizadas e deixando, de alguma forma, novas informações e experiências clínicas e/ou laboratoriais, implementando o atendimento ao paciente que deseja ser reabilitado.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

O estudo da reabilitação dentária, por meio de implantes, foi divulgado há praticamente três décadas. No ano de 1969, BRÅNEMARK *et al.* foram os primeiros autores a estudar o processo de osseointegração, colocando implantes em mandíbulas de cães e avaliando a região de interface osso-metal. Observaram que não havia a formação de tecido fibroso interposto, ocorrendo assim uma conexão rígida entre o implante e o seu leito ósseo. Para esta situação, eles denominaram de osseointegração, que foi definida no ano 1977, como sendo o contato direto entre o osso vivo e a superfície do implante, à luz da microscopia óptica. Mais tarde, em 1981, ALBREKTSSON *et al.* redefiniram o conceito de osseointegração como sendo uma conexão estrutural e funcional entre osso vivo e a superfície de um implante sob a ação de carga funcional.

De acordo com SCHNITMAN & SHULMAN (1979), os critérios para se considerar o sucesso dos implantes são a mobilidade menor que 1 mm em qualquer direção, com perda óssea inferior a um terço da altura vertical do implante. Se existir inflamação, a mesma deverá ser solucionada por tratamento adequado e não deverá haver sintomas como anestésias, parestésias ou infecção relacionada. Os dentes adjacentes não deverão ter qualquer tipo de dano decorrente da colocação do implante e estruturas como feixe neurovascular alveolar inferior, seio maxilar ou fossa nasal não deverão ser prejudicados.

Por meio de estudos clínicos e revisão de literatura, ALBREKTSSON *et al.* (1986) modificaram estes critérios de sucesso, defendendo que o implante deve estar imóvel quando testado clinicamente, o exame radiográfico não deve mostrar evidências de radiolucidez peri-implantar, a perda óssea vertical deve ser menor que 0,2 mm anualmente, após o primeiro ano. Ainda, devem estar ausentes sinais e sintomas persistentes e/ou irreversíveis como dor, infecção, neuropatias ou violação do canal mandibular, sendo que o índice de sucesso deve ser de 85% ao final de cinco anos e 80% ao final de dez anos de observação.

Os trabalhos de ALBREKTSSON *et al.* (1988) e ADELL *et al.* (1990), demonstraram os altos índices de sucesso a longo prazo com a utilização de implantes osseointegrados no tratamento de pacientes totalmente edêntulos, porém, problemas isolados continuavam a existir, especialmente em áreas de pobre qualidade óssea ou mesmo naquelas de boa qualidade, mas com quantidade óssea inadequada (ENGQUIST *et al.*, 1988).

Entre os fatores significativos para uma longevidade dos implantes, destaca-se a quantidade óssea disponível em relação à altura e largura, assim como a morfologia óssea regional. A extensão vertical do osso disponível é definida entre a crista alveolar e os limites anatômicos existentes, sendo de grande importância manter-se uma margem de segurança de 2 mm destas estruturas. A largura é avaliada através da mensuração da distância entre as paredes ósseas bucal e lingual, devendo existir um mínimo de 0,5 mm de osso nos aspectos vestibular e lingual dos implantes. A morfologia óssea deve permitir

a colocação do implante com vistas favoráveis em relação às exigências estético-funcionais da prótese, após aplicação de carga axial (MISCH, 1990; LANGER *et al.*, 1993; SPIEKERMANN, 1995).

O processo de osseointegração pode sofrer interferências que resulta na perda do implante. As reações existentes na interface osso-implante são influenciadas pela técnica cirúrgica, pelo estado de saúde do leito ósseo receptor, a biocompatibilidade do metal, desenho e o tipo de superfície do implante, bem como as condições de aplicação de cargas transmitidas ao implante. A estabilidade inicial do implante e um período de reparo livre de cargas são fundamentais neste processo (ALBREKTSSON *et al.*, 1981; BRÅNEMARK *et al.*, 1985; SATOMI *et al.*, 1988; KOHN, 1992).

Com relação à técnica operatória, alguns cuidados devem ser tomados para não haver interferências sobre o processo de osseointegração. Um fator importante é o preparo do leito receptor para o implante. A utilização das brocas com cortes adequados e sob irrigação constante, evita um aquecimento ósseo local, que pode interferir no sucesso da reabilitação. ERICKSSON & ALBREKTSSON (1983), buscaram avaliar a resposta tecidual óssea frente ao trauma térmico, em tíbias de coelhos. Para isso, criaram uma câmara de microscopia vital, pela qual avaliaram a temperatura considerada limítrofe ao tecido para causar injúria. Concluíram que a uma temperatura de 47° C, o tecido ósseo já foi sensível e que temperaturas de 60° C ou mais, geraram danos permanentes ao tecido (desnaturação protéica). Por isso, destacaram a

importância do controle da técnica cirúrgica, discutindo que mesmo utilizando um ótimo sistema de implante, podem ocorrer insucessos que muitas vezes surpreendem o implantodontista.

THOMAS & COOK (1985) procuraram avaliar os fatores que influenciavam na deposição óssea direta sobre diferentes materiais biocompatíveis. Estudaram o módulo de elasticidade dos materiais, composição da superfície e a sua textura, alternando combinações, com o objetivo de identificar a melhor interface osso/material. Entre os materiais avaliados se encontrava o titânio comercialmente puro, com superfícies polidas e rugosas. Os resultados mostraram que a textura superficial foi o que mais influenciou na deposição óssea direta, portanto, os implantes com superfície rugosa foram os que apresentaram maior resistência à remoção e contato com tecido ósseo, enquanto a superfície polida apresentava graus variados de formação tecidual fibrosa.

Devido a grande utilização de implantes endósseos e o crescente número de pesquisas realizadas, houve a necessidade do estudo da estrutura, fisiologia e do metabolismo ósseo. ROBERTS *et al.* (1987) discutiram a terminologia correta e o tempo em que cada parte constituinte do tecido ósseo é formada ou alterada, mostrando fatores que podem influenciar como, por exemplo, o tipo de implante em contato ósseo. Compararam, neste estudo, o ciclo de remodelação cortical óssea entre coelho, cão e homem (TAB. 1). O que se conclui

é que o tempo de remodelação cortical do coelho é cerca de três vezes mais rápido do que no homem.

TABELA 1. Ciclo de remodelação cortical óssea (tempo em semanas).

ETAPAS	COELHO	CÃO	HOMEM
Ativação (A)	0,5	0,5	1,0
Reabsorção (R)	1,0	1,5	2,0
Quiescência (Q)	0,5	1,0	1,5
Formação (F)	4,5	10,0	13,0
Todo o processo – A+R(Q)+F	6,0	12,0	17,0
Fator de Crescimento	X	2X	3X

Avaliando a interface osso-implante, JOHANSSON & ALBREKTSSON (1987) investigaram histológica e biomecanicamente implantes instalados em tíbias de coelhos por um período de 1 ano. Observaram que tanto o valor do torque quanto a maturação celular aumentaram a medida em que o tempo de espera foi maior. Concluíram que para ocorrer a osseointegração é necessário um período pós-operatório imediato sem carga, uma vez que cargas precoces podem estimular a formação de tecido fibroso envolvendo o implante. Fatores como biocompatibilidade e tipo da superfície do implante, técnica cirúrgica, condições de carga e condições do leito receptor do implante influenciam o grau de formação óssea na superfície do mesmo.

Segundo o estudo de JAFFIN & BERMAN (1991), eles relataram que a anatomia do tecido ósseo pode ser dividida em quatro grupos, sendo: tipo I – osso cortical homogêneo; tipo II – osso cortical espesso com cavidade medular; tipo III – osso cortical fino com trabeculado denso e firme; e tipo IV – osso com cortical fina e com trabeculado frouxo. Avaliando o índice de insucessos dos implantes nos tipos ósseos I, II e III, apenas 3% foi observado, enquanto no tipo ósseo IV, observaram 35% de insucessos. Afirmaram que a determinação pré-cirúrgica da qualidade do tecido ósseo pode ser um método eficaz para prevenção de insucessos dos implantes.

BUSER *et al.* (1991) realizaram um estudo histológico e histomorfométrico, de implantes instalados no fêmur e tibia de mini-porcos, analisando a região de interface osso-implante, com seis diferentes tipos de superfícies: polida, jateada por sílica de granulação média, jateada por sílica de granulação alta, jateada por sílica de granulação alta e com ataque ácido, plasma spray de titânio, e revestida com hidróxiapatita. Os resultados histológicos revelaram contato direto de osso na superfície dos implantes em todos os grupos. Entretanto, a histomorfometria revelou que superfícies mais lisas tiveram as menores regiões de contato osso-implante, enquanto que as superfícies jateadas e com ataque ácido, ou mesmo, com plasma spray de titânio, obtiveram os melhores resultados. Eles puderam concluir que a quantidade de contato osso-implante está diretamente relacionada com o aumento da rugosidade da superfície.

SMITH *et al.* (1991), avaliaram por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), diferentes materiais e tratamentos de superfície. Utilizaram a liga de titânio (Ti6Al4V), liga de cromo-cobalto-molibdênio (Cr-Co-Mo), óxido de alumínio e hidróxiapatita sintética. As amostras foram preparadas com superfícies lisas e rugosas, por uma metodologia padronizada pelos autores. Puderam observar diferenças consideráveis entre a energia superficial e o método empregado de preparação, bem como a morfologia superficial de cada material. Concluíram que estas diferenças encontradas são aquelas que ocorrem nos estudos *in vivo*, uma vez que a resposta tecidual varia de acordo as características superficiais e a possibilidade de liberação iônica de cada material.

BOWERS *et al.* (1992) realizaram um estudo *in vitro* analisando discos de implantes de titânio comercialmente puros, com diferentes tratamentos de superfície, colocados em um meio de cultura de células osteoblásticas e investigaram a resposta das mesmas frente a cada tipo de superfície. As superfícies estudadas foram: polida com granulação de 60, polida com granulação de 120, jateada por sílica, tratamento ácido superficial de 1, 5 e 10 minutos, e a superfície polida controle de granulação 600. Concluíram que, pelos resultados obtidos, o tipo de rugosidade superficial influencia a resposta biológica inicial, como, por exemplo, a adesão celular e sua proliferação na interface tecido ósseo-implante. A superfície jateada por sílica parece ter mais afinidade para a adesão celular inicial, em comparação com a superfície polida ou com tratamento ácido.

FEIGHAN *et al.* (1995), compararam implantes com diferentes tratamentos de superfícies colocados de maneira intra-medular em fêmur de coelhos. Observaram que, radiograficamente, não existiram diferenças entre os grupos, porém, ao teste mecânico, o grupo com superfície rugosa por jateamento apresentou maiores valores em comparação com o grupo com superfície polida, nos mesmos intervalos testados. Um outro fator discutido foi que a qualidade e a velocidade de formação óssea foi maior em contato direto com as suas superfícies jateadas.

GOTFREDESEN *et al.* (1995), em estudo experimental em coelhos, avaliaram por meio da análise biomecânica e histométrica, três diferentes superfícies de implantes: usinada (grupo controle), jateada com dióxido de titânio (TiO₂) e jateada com dióxido de titânio e ainda revestida por hidróxiapatita (HA). Nos períodos avaliados (3 e 12 semanas), os implantes com superfície jateada sem revestimento apresentaram uma ancoragem óssea maior e mais rápida. Esta superfície com revestimento de HA pode melhorar a característica de ancoragem, porém, neste estudo, foram observados áreas com defeito superficial, sugerindo um descolamento do revestimento à superfície jateada do implante. Relatam que mais estudos experimentais deverão ser realizados antes da sua indicação clínica.

WENNERBERG *et al.* (1995), por meio da análise histomorfométrica e biomecânica, analisaram implantes com três diferentes topografias superficiais. O estudo foi realizado em fêmur e tíbia de coelhos, utilizando implantes usinados, implantes jateados por partículas de dióxido de titânio (TiO₂) de 25 µm e jateados

por partículas de trióxido de alumínio (Al_2O_3) de 75 μm . Após 12 semanas de reparo, constatou-se pelo teste biomecânico que foi necessário maior torque para remoção dos implantes jateados por TiO_2 seguidos por Al_2O_3 e, por último, o grupo dos usinados. Histomorfometricamente, o maior contato osso-implante ocorreu também para o grupo dos implantes jateados por TiO_2 . Os resultados mostraram que a fixação dos implantes foi diretamente proporcional à rugosidade superficial dos mesmos.

COCHRAN *et al.* (1996) procuraram estabelecer diferenças radiográficas entre a superfície jateada por sílica e tratada com ácido e a superfície de plasma spray de titânio, em condições sem carga e com carga mastigatória. Para isso, realizaram um estudo em cães, instalando os implantes na mandíbula e realizando tomadas radiográficas nos períodos pós-operatório inicial (7-10 dias ou em até 3 semanas), após 3 meses (condição pré-carga), e após a colocação das coroas protéticas para o início das cargas mastigatórias, com tomadas nos 3, 6, 9 e 12 meses seguintes. Clinicamente, houve estabilidade dos implantes, sem sinais de infecção peri-implantar. Radiograficamente, a superfície jateada por sílica nos períodos iniciais apresentou-se em vantagem, uma vez que na região de crista óssea a perda foi menor em comparação à superfície de plasma spray de titânio, o que levaram os autores a conclusão da superioridade da primeira superfície. A longo prazo e nas regiões apicais dos implantes, não houve diferenças estatísticas significantes.

SHWARTZ *et al.* (1996) estudaram o efeito da rugosidade superficial do titânio na proliferação de condrócitos, produção de matriz e diferenciação celular. Realizaram o estudo preparando células em diferentes estágios de desenvolvimento endocondral (condrócitos), retiradas de ratos e preparadas no laboratório, sendo colocadas em contato com discos de titânio com cinco diferentes tratamentos de superfícies: tratamento ácido duplo (ácido hidrofluorídrico e nítrico); mesmo tratamento anterior e ainda eletropolida; jateada por granulação fina e tratada com ácidos clorídrico e sulfúrico; jateada por granulação grosseira e tratada com ácidos clorídrico e sulfúrico; jateada por plasma spray de titânio. Observaram que a rugosidade superficial interferiu na proliferação de condrócitos, diferenciação celular e na síntese de matriz óssea, e como a superfície de plasma spray de titânio foi a mais rugosa deste estudo, portanto, gerou uma maior superfície de contato celular. Além disso, concluíram que todo processo é dependente do grau de maturação celular, ou seja, quanto mais desenvolvida, melhor a reação com a superfície estudada.

Um outro estudo realizado foi o de WENNERBERG *et al.* (1997), que procurou caracterizar três diferentes superfícies de implantes: usinada, jateada por partículas de óxido de alumínio de 25 µm e por partículas de 250 µm. Observaram que, pela análise de torque, as superfícies jateadas obtiveram maiores valores do que as usinadas e que, ao estudo histomorfométrico, o maior contato osso-implante ocorreu nos dois grupos de implantes com superfícies jateadas. Não houve diferenças estatísticas entre os grupos jateados.

COCHRAN *et al.* (1998) compararam duas superfícies de implantes: jateada por sílica com ataque ácido e plasma spray de titânio. O estudo foi realizado em cães, divididos em períodos de sacrifício de 3, 6 e 12 meses e posterior análise histométrica. Observaram que aos três meses, a superfície jateada obteve um contato ósseo estatisticamente maior; aos 6 meses, não houve diferenças entre as superfícies; e aos 12 meses, novamente a superfície jateada apresentou maior contato ósseo, sugerindo que esta promove uma deposição óssea mais rápida quando avaliada em curto período de tempo.

ROYNESDAL *et al.* (1998) realizaram um estudo clínico comparativo de três diferentes implantes endósseos instalados em pacientes com edentulismo mandibular. Os implantes utilizados foram: rosqueados de titânio, cilíndricos de titânio com revestimento de hidróxiapatita (HA) e cilíndricos de titânio com superfície revestida por plasma spray de titânio. Em cada um dos 15 pacientes, foram instalados três implantes, um de cada tipo relatado, em região anterior mandibular, para suporte de uma sobredentadura (overdenture). A ordem dos implantes variou em cada grupo de 5 pacientes; portanto, todos os tipos ocuparam uma das três possíveis posições na mandíbula. Após três anos de acompanhamento, foi observado que o implante cilíndrico com plasma spray de titânio apresentou piores resultados em comparação com os outros dois implantes em relação a reabsorção óssea peri-implantar. O implante rosqueado de titânio obteve melhor resultado, porém, sem significância quando comparado ao revestido por hidróxiapatita.

TOREZAN (1998), pelas análises histológica e biomecânica (torque), utilizando tíbias de coelhos, comparou duas superfícies de implantes diferentes: usinada e modificada por jateamento de sílica (rugosa). Observou, após os períodos de 21 e 42 dias, que não houve diferenças estatisticamente significantes entre os dois grupos estudados.

BUSER *et al.* (1999) realizaram um estudo em mini-porcos, comparando o torque necessário para a remoção de implantes com superfície jateada associada ao tratamento ácido, em relação às superfícies usinada e com plasma spray de titânio, as quais serviram como grupos controles. Nos períodos avaliados (4, 8 e 12 semanas), a superfície usinada obteve os menores valores, enquanto as duas outras superfícies rugosas obtiveram valores superiores, porém, sem diferenças estatísticas entre si. Concluíram que o torque para remoção dos implantes variou, principalmente devido à diferença topográfica existente entre as superfícies estudadas.

LI *et al.* (1999) avaliaram o efeito da superfície modificada pelo jateamento por sílica sobre o processo de osseointegração, em comparação com a superfície lisa. O estudo foi feito em cães, realizando o teste biomecânico e análise pela microscopia eletrônica de varredura em períodos de análise de 2, 4 e 12 semanas. Observaram que a força de torção em implantes com a superfície modificada pelo jateamento por sílica foi cerca de cinco vezes mais alta do que nos implantes com uma superfície lisa. A análise microscópica não revelou fendas

na interface osso-superfície dos implantes, indicando existência de osseointegração em ambos os grupos.

PIMENTA & CASTRO (1999) analisaram superfícies de titânio puro modificadas quimicamente, variando a concentração e o tempo de exposição ao tratamento ácido. Observaram, pela análise microscópica, que para a mesma solução ácida, rugosidades diferentes puderam ser criadas. Isto significa que a modificação superficial pode ser controlada, gerando, por exemplo, uma superfície com pouca irregularidade e grandes poros, o que poderia ter grande aplicação em Implantodontia.

ALBERGARIA-BARBOSA (2000), comparou pela análise de superfície, 5 sistemas nacionais de implantes por meio da metalografia e microscopia eletrônica de varredura (MEV). Observou que houve variação nas inclusões superficiais dos implantes (contaminantes) e alguns defeitos superficiais, porém, não chegam a interferir sobre o processo de osseointegração dos mesmos.

CORDIOLI *et al.* (2000) avaliaram implantes de titânio com quatro diferentes tipos de superfície: usinada, tratada por ataque ácido, jateada por dióxido de titânio (TiO₂) e com tratamento ácido duplo (ácido hidrófluorídrico e sulfúrico). Os implantes foram inseridos na metáfise tibial de coelhos. Após 5 semanas, realizaram análise histomorfométrica e biomecânica, comparando os resultados. Encontraram que, pela microscopia eletrônica de varredura (MEV), a superfície usinada foi a mais lisa, enquanto a superfície tratada por jateamento por

TiO₂ foi a mais rugosa. Pela análise da força de torção, a superfície com tratamento ácido duplo foi a que apresentou maior valor (40,85 Ncm), enquanto a superfície usinada, o menor valor (25,28 Ncm). Entre as outras duas superfícies não houve diferenças estatísticas significantes. Microscopicamente, todos os implantes se encontraram osseointegrados, sem diferenças histológicas qualitativas. Pela morfometria, foi observado novamente melhor contato osso-implante para a superfície com tratamento ácido duplo (72,40%), enquanto as outras superfícies tiveram valores mais baixos e sem diferenças estatísticas significantes entre si.

ORSINI *et al.* (2000) compararam a superfície usinada com a superfície jateada por sílica seguida de tratamento ácido, quanto a citotoxicidade e as diferenças morfológicas entre ambas, relacionadas à adesão celular *in vitro*. Os resultados mostraram que não houve reação de citotoxicidade em nenhuma superfície. A rugosidade produzida pelo jateamento por sílica seguida do ataque ácido proporcionou melhora na adesão das células osteoblásticas, bem como influenciou positivamente nos fatores reguladores da formação óssea.

A característica vascular do osso, bem como em vários outros tecidos, garante que o primeiro tecido a entrar em contato com os implantes endósseos é o sangüíneo. Pensando desta forma, as interações do sangue com o implante podem influenciar a formação do coágulo, deslocamento e migração celular, bem como determinar a diferenciação de células osteogênicas ao longo do processo de reparo. Pesquisando estas interações, PARK & DAVIES (2000) analisaram a

chegada de células vermelhas e plaquetas em duas diferentes superfícies de implantes: usinada e rugosa por ataque ácido duplo (ácido clorídrico e sulfúrico). Observaram que nas superfícies rugosas, houve maior chegada de plaquetas em comparação com a superfície usinada. Os autores acreditam que esta interação precoce pode ser a chave para controlar o estágio de osteocondução durante o processo de reparo ósseo peri-implantar.

ABRAHAMSSON *et al.* (2001) avaliaram os tecidos mole e duro que se formaram em contato com implantes de configurações superficiais diferentes. Realizaram o estudo em cães, sendo que as superfícies estudadas foram: usinada e com tratamento ácido duplo (Osseotite). Foram extraídos os pré-molares mandibulares dos cães, aguardando-se um período de três meses para a instalação dos implantes. Após instalados, aguardou-se mais três meses para a colocação do conector (abutment), que ficaria em contato com tecido mole e meio bucal. Foi realizado controle de placa e escovação três vezes por semana, por um período de 6 meses. Radiografias e exame físico local foram realizados em cada etapa citada anteriormente (após a colocação do conector), observando a resposta tecidual. Feito isso, os cães foram sacrificados e realizadas as análises topográfica e histológica. Os resultados clínicos obtidos foram que em nenhum conector foi observado placa ou infecção peri-implantar. Radiograficamente, houve uma pequena variação da altura da crista óssea em relação à junção conector-implante. Pela análise topográfica a superfície usinada apresentou-se com características orientadas enquanto a outra, apresentou-se com irregularidades,

sem padrão de orientação. A quantidade de osso em contato com a superfície do implante foi maior para a superfície com tratamento ácido, porém, a densidade óssea peri-implantar foi semelhante para ambas superfícies.

KLOKKEVOLD *et al.* (2001) compararam pela análise biomecânica, a ancoragem óssea entre três superfícies de implantes: usinada, tratamento ácido duplo e com plasma spray de titânio. O estudo foi realizado em coelhos, com os implantes instalados no fêmur e avaliados nos períodos de 1, 2 e 3 meses de reparo. Foi constatado, pelo torquímetro digital utilizado, que os implantes com superfície de plasma spray de titânio apresentaram os maiores valores nos três períodos avaliados, porém, com pouca diferença para o primeiro mês na análise. Discutem que para a superfície de plasma spray de titânio, a superfície é caracterizada como macro-texturizada, ou seja, com maior irregularidade superficial, portanto, maior área de contato ósseo e melhor ancoragem. Já a superfície tratada pelo ataque ácido duplo é caracterizada como sendo uma micro-textura, o que diminui a área de contato ósseo. Entretanto, mesmo com os valores alcançados, a superfície com tratamento ácido foi cerca de 3-4 vezes superior do que o grupo controle usinado em todos os intervalos testados.

Avaliando os efeitos da superfície modificada pelo jateamento por sílica sobre a topografia e as propriedades químicas da superfície do titânio, LI *et al.* (2001) compararam três superfícies: lisa, jateada por sílica e jateada por sílica modificada pelo ataque de ácido oxálico. Observaram diferenças significantes entre os grupos estudados, sendo que o jateamento promoveu uma irregularidade

superficial com presença de contaminantes, como partículas de trióxido de alumínio (Al_2O_3), enquanto no grupo jateado modificado pelo ataque ácido, a rugosidade superficial foi mais regular, inclusive criando microporos secundários e com ausência de partículas de Al_2O_3 . Relatam que estes microporos auxiliaram no aumento da área de contato osso-implante, melhorando a biomecânica do implante.

LUMBIKANONDA & SAMMONS (2001) compararam cinco superfícies diferentes de implantes comercialmente existentes no mercado, procurando avaliar, *in vitro*, a adesão celular em cada um deles. Para isso, foi criado um modelo de estudo, com suspensão celular devidamente preparada, e com células originárias dos ossos parietais de ratos. Foram realizadas mensurações das superfícies por meio de microscopia eletrônica de varredura, além de um ensaio com adesões celulares e cultura em bolso, método utilizado para investigar a migração de células ósseas e subsequente comportamento diante de diferentes superfícies de implantes. A superfície com jateamento por plasma spray de titânio foi a que obteve uma mais rápida adesão celular no período inicial de avaliação. Concluíram que as características físicas da superfície, como estabilidade e topografia, influenciam os sistemas de implantes que possuem semelhança superficial.

SANZ *et al.* (2001), avaliando a resposta tecidual a um novo tratamento de superfície, estudaram a abrasão reabsorvível (Lifecore Biomedical, Minnesota, EUA). Esta abrasão utiliza fosfato de cálcio bruto para gerar as rugosidades

superficiais ao implante. O estudo foi realizado em tíbias de coelhos, avaliado microscopicamente após um período de instalação dos implantes de 16 semanas. Os autores puderam concluir que a superfície rugosa produzida por este método é semelhante àquela produzida por tratamento ácido, jateamento por sílica ou a combinação de ambos. Além disso, os resultados obtidos foram de justaposição óssea sobre a superfície analisada, comparável também àquela vista em outras superfícies tratadas. O fosfato de cálcio utilizado agiu como um material inerte, não gerando, portanto, respostas teciduais que pudessem interferir no sucesso do implante.

Realizando um estudo clínico prospectivo do implante com superfície com tratamento ácido duplo – ácido hidrocloreídrico e sulfúrico – (Osseotite), TESTORI *et al.* em 2001 relataram os índices de sucesso ao longo dos quatro anos da pesquisa. Foram avaliados 485 implantes, sendo que destes, 219 foram instalados na mandíbula, 266 na maxila e 355 em regiões posteriores. Do total dos implantes, houve perda de 6 implantes, sendo que esta ocorreu antes da colocação de carga, caracterizando uma falha precoce na osseointegração. Após os quatro anos, pelas análises radiográficas e exames físicos realizados, constataram um índice geral de sucesso de 98,7%, e com 99,4% de sucesso dos implantes instalados em região posterior mandibular e 98,4% de sucesso em região posterior maxilar. Comparando implantes curtos (menos que 10 mm de comprimento) em relação aos maiores, não houve diferenças significantes.

3. PROPOSIÇÃO

O propósito desse trabalho foi a realização de um estudo comparativo, por meio das análises histológica e histométrica, da influência de diferentes superfícies de implantes endósseos de titânio, sobre o processo de osseointegração, em tíbia de coelhos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi devidamente submetido à Comissão de Ética na Experimentação Animal (CEEA) do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, e aprovado de acordo com os princípios éticos adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), protocolo nº 276-1 (APÊNDICE 1).

4.1. ANIMAIS E ANESTESIA

Para este trabalho foram utilizados 18 coelhos albinos da raça Norfolk, fêmeas, com idade variando entre 8 a 10 meses e com peso médio variando de 3,5 a 4 kg. Os animais foram mantidos durante o período experimental com alimentação sólida¹ e água à vontade.

Foi injetado 0,50 mg de atropina² na dose de 0,08 mg/kg cerca de 15 minutos antes da realização da anestesia, com finalidade de prevenir a bradicardia causada pela xilazina³. A via intramuscular profunda foi utilizada para a indução anestésica, por meio da injeção da mistura de cloridrato de quetamina⁴ e solução aquosa a 2% de cloridrato de 2-(2,6-xilidino)-5,6-dihidro-4-H-1,3-tiazin (xilazina),

¹ Ração Sítios e Quintais – Purina Nutrimentos

² Sulfato de Atropina – Ariston

³ Rompum – Bayer S.A. – Saúde Animal

⁴ Francotar – Virbac do Brasil Indústria e Comércio Ltda.

em partes iguais, na dosagem de 0,1 ml a cada 200 g de peso (MASSONE, 1994). Quando eram necessárias doses adicionais, estas eram feitas com metade da primeira dose, permitindo a continuidade do ato cirúrgico.

Durante o procedimento cirúrgico, a anestesia local complementar de cloridrato de lidocaína a 2% sem vasoconstrictor⁵ foi administrada por infiltração no músculo, nos casos em que foram percebidos sinais de dor.

4.2. IMPLANTES UTILIZADOS

Foram utilizados implantes de titânio comercialmente puros, do tipo cilíndrico de pressão⁶, com 6 mm de comprimento e diâmetro de 2,6 mm, apresentando 3 sulcos regulares transversais em forma de V, semelhantes a roscas de parafuso (FIG. 1). As superfícies utilizadas para este estudo foram:

- a) usinada
- b) jateada por plasma spray de titânio
- c) tratamento ácido

⁵ ASTRA Química e Farmacêutica Ltda.

⁶ INP – Sistemas de Implantes Nacionais e de Próteses Comércio Ltda.

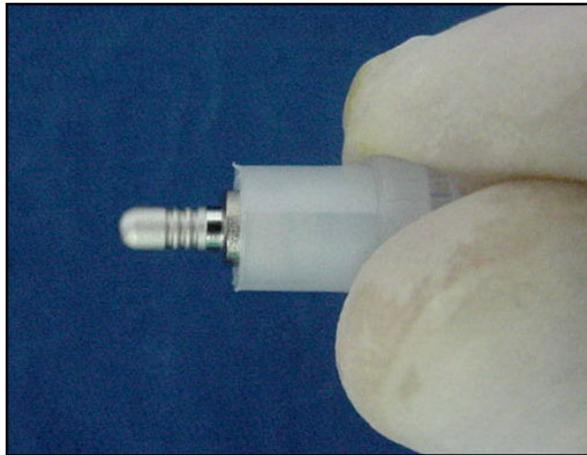


FIGURA 1. Modelo do implante utilizado.

4.3. PROCEDIMENTO CIRÚRGICO

No dia anterior à cirurgia, os animais foram submetidos à tricotomia bilateralmente dos membros inferiores, na área compreendida entre a articulação tíbio-femural até a pata do animal, com realização posterior de antissepsia com solução alcoólica de polivinilpirrolidona iodo 1%⁷.

A profilaxia antibiótica⁸ foi administrada cerca de 15 minutos antes do procedimento cirúrgico, em dose única de 1 ml, por via intramuscular profunda.

⁷ Riodeine – Indústria Farmacêutica Rioquímica Ltda.

⁸ Pentabiótico Veterinário (animais de pequeno porte) - Laboratórios Wyeth Ltda.

Os animais foram pesados para que se realizasse o cálculo das doses de atropina e anestésico que iriam receber. Após a anestesia, foi feita a antisepsia e o campo operatório foi isolado por aposição de campos estéreis descartáveis.

Com a lâmina de bisturi nº 15⁹ montada em cabo de bisturi, foi realizada uma incisão de aproximadamente 4 cm na pele e tecido subcutâneo, região correspondente à face medial da tíbia, em seu terço proximal. Em seguida, realizou-se divulsão do plano muscular subjacente até o nível do periósteo, que também foi incisado, descolado e mantido afastado para possibilitar as perfurações (FIG. 2 e 3). As áreas hemorrágicas foram controladas por compressão com gazes estéreis¹⁰.

Para a realização da perfuração do leito implantar, utilizaram-se brocas seriadas montadas em contra-ângulo redutor 16:1¹¹, acoplado a um motor elétrico¹². A velocidade de trabalho utilizada foi de 1500 rotações por minuto, com um torque de 36 Ncm. Todas as perfurações foram realizadas sob irrigação externa com solução salina de cloreto de sódio a 0,9%¹³.

⁹ Feather Safety Razor C.D., Ltda Medical Division Japan

¹⁰ Plascal Produtos Cirúrgicos Ltda.

¹¹ NSK E 16R Nakanishi Dental MFG. C.O., Ltda. – Japão

¹² BLM 500 – VK Driller Equipamentos Elétricos Ltda.

¹³ Frasenius Laboratórios Ltda.

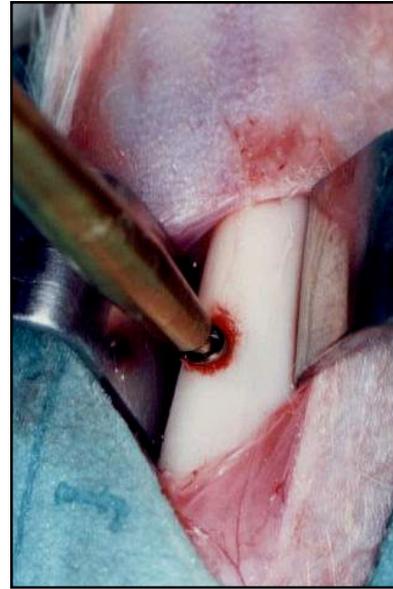


FIGURAS 2 e 3. Incisão na face medial da tíbia, no seu terço proximal. Plano muscular divulsionado, periósteo descolado e afastado.

Iniciou-se o preparo das perfurações com a broca tipo lança, de 1,8 mm de diâmetro, que tem a função de rompimento da cortical e guia para as perfurações subseqüentes. Em seguida, utilizaram-se as brocas helicoidais de 2,2 e de 2,6 mm de diâmetro, respectivamente, respeitando a marcação de 6 mm de profundidade em osso. A perfuração foi realizada cerca de 10 mm abaixo da articulação tíbio-femural.

Cada tíbia recebeu um implante, que foi então removido do seu invólucro e manualmente colocado no orifício preparado por meio de um dispositivo de plástico do sistema, o qual permitia a colocação inicial sem o contato com o mesmo. Após a estabilização inicial do implante, o dispositivo de plástico foi removido e um instrumento do tipo “bate implante” foi adaptado à

cabeça do cilindro e com o auxílio de um martelo cirúrgico, o mesmo foi inserido completamente até a região do colar (FIG. 4 e 5). Ao término da instalação, a ferida cirúrgica foi irrigada e inspecionada para não haver restos ósseos oriundos das perfurações.



FIGURAS 4 e 5. Inserção inicial do implante por meio de dispositivo de plástico, evitando contato manual com o mesmo. Término da inserção com o auxílio do bate implante e martelo cirúrgico, até região do colar.

O perióstio foi reposicionado e o tecido muscular suturado por pontos interrompidos com fio de nylon 4-0¹⁴, bem como a pele que também foi suturada pelo mesmo fio posteriormente.

Os dezoito coelhos foram divididos em três grupos de 6 animais, cada grupo correspondendo a uma superfície diferente, perfazendo um total de 12 implantes em cada.

4.4. SACRIFÍCIO DOS ANIMAIS E PREPARO HISTOLÓGICO

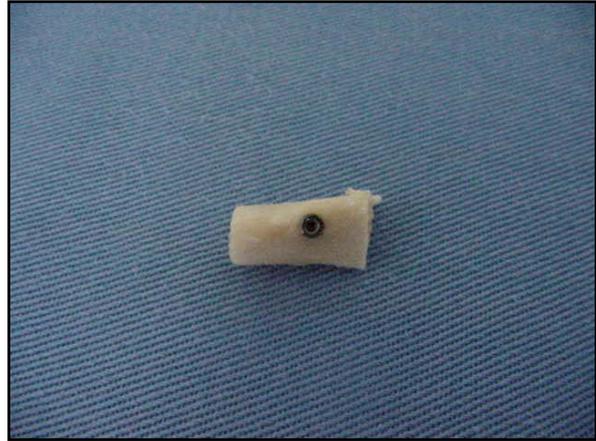
Os animais foram sacrificados com overdose intravenosa de pentobarbital sódico¹⁵, nos períodos de 3 e 6 semanas, com um total de 3 animais de cada grupo por período de sacrifício (ROBERTS *et al.* 1984; ROBERTS *et al.* 1987).

Os blocos ósseos contendo os implantes foram removidos por meio de osteotomia com broca tronco-cônica 702¹⁶, sob irrigação com solução salina de cloreto de sódio a 0,9%. As osteotomias foram realizadas com uma margem de segurança de 5 mm de distância do implante, para evitar trauma térmico ao osso adjacente (THOMAS & COOK, 1985) (FIG. 6 e 7).

¹⁴ Mononylon Ethicon – Johnson & Johnson Profissionais Ltda.

¹⁵ Hypnol 3% Fontoveter. Divisão Veterinária de Cristália - Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda.

¹⁶ KG Sorensen, Ind. Com. Ltda., SP.



FIGURAS 6 e 7. Osteotomias realizadas, mantendo a margem de segurança e remoção do bloco ósseo contendo o implante.

As amostras foram fixadas em solução de paraformaldeído 4%¹⁷ em tampão fosfato por um período de 24 horas, posteriormente, lavadas em água corrente por mais 24 horas e descalcificadas em solução de citrato de sódio a 20%¹⁸ e ácido fórmico a 50%¹⁹ em partes iguais (MORSE, 1945). As trocas das soluções foram realizadas a cada 24 horas durante um período de 61 dias, obtendo a adequada consistência para a etapa seguinte do processamento.

¹⁷ Polycienes, INC. Warrington, P.A.

¹⁸ Synth – Produtos para Laboratórios Ltda.

¹⁹ Synth – Produtos para Laboratórios Ltda.

Cada fragmento descalcificado foi submetido ao seccionamento longitudinal, com corte passando pelo centro da área do implante. O mesmo foi removido delicadamente do seu respectivo leito e cada fragmento submetido às próximas etapas do processamento laboratorial.

As peças foram lavadas em água corrente durante cinco horas, desidratadas em solução crescente de álcool etílico²⁰, diafanizadas em xilol²¹ e incluídas em parafina²².

Cortes seriados com 6 μm de espessura foram realizados longitudinalmente à região do implante ósseo, corados com hematoxilina-eosina²³, e analisados em microscópio óptico comum²⁴.

4.5. ANÁLISE HISTOLÓGICA

Foi avaliada, por meio da análise histológica descritiva, a formação e proliferação celular na região da interface osso-implante, nas seguintes regiões:

1. Periosteal
2. Cortical
3. Endosteal
4. Medular

²⁰ Álcool Santa Cruz – Comercial de Álcool Ltda.

²¹ Xilol (P.A.) – Chemco Indústria e Comércio Ltda. – Campinas – SP

²² Paraplast plus – Labware – St. Louis – USA

²³ E. Merck. Ag. Damarsta dt – Germany

²⁴ Carl Zeiss Products, Germany

4.6. ANÁLISE HISTOMÉTRICA

Para a análise histométrica, foi utilizado o microscópio óptico²⁵, com objetiva para aumento de 10 vezes, adaptado a uma câmera de vídeo²⁶. As imagens capturadas foram transferidas para a tela do computador²⁷ e analisadas por meio de um programa (software) específico²⁸.

Foi criada uma macro, que significa um conjunto de funções que permite executar automaticamente a seleção das imagens, definindo as condições da morfometria e a execução da medida, por meio do analisador de imagens.

A imagem da lâmina foi captada pelo sistema e visualizada no monitor, que, pelo software, normalizou e congelou a mesma. Uma vez pronta, foi sobreposto à imagem um retículo de 100 pontos de 10 x 10 µm, denominado de grade de intersecção.

Para a análise histométrica, foi empregado o sistema de contagem de pontos que recaiam sobre o osso neoformado nas áreas de intersecções das linhas horizontais e verticais do retículo, denominado planimetria por contagem de pontos (FIG. 8).

²⁵ Axiolab – Zeiss

²⁶ Sony – Hyper Had – model DXC-151A, Japan

²⁷ Pentium 166Mhz

²⁸ Kontron Elektronik - KS 400 version 2.0 – 0400743

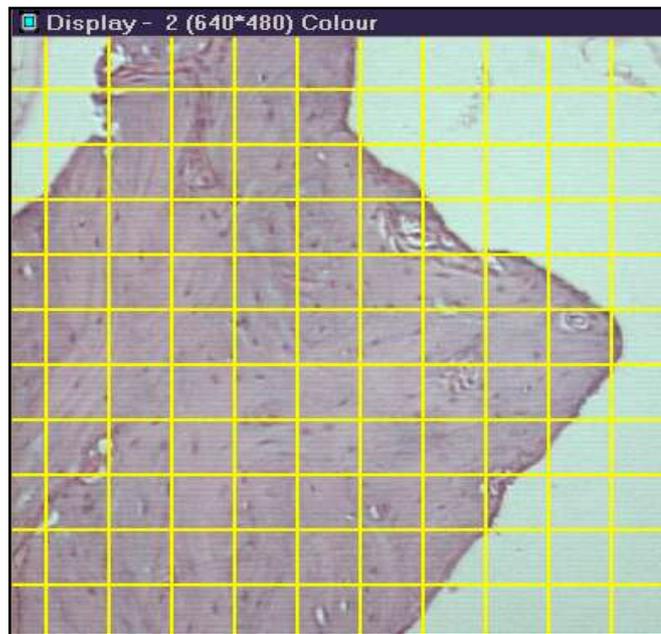


FIGURA 8. Retículo de 100 pontos, sobreposto à imagem histológica.

A determinação do número de pontos a serem contados em cada grupo foi estabelecida pelo sistema teste de 100 pontos, por meio da fórmula para erro padrão relativo:

$$\text{EPR} = \sqrt{\frac{(1 - V_v)}{N}}$$

EPR = Erro Padrão Relativo

V_v = Densidade de volume da estrutura em análise

N = Número de pontos a serem contados

Para as condições experimentais, a densidade de volume (V_v), ou seja, fração de volume ocupada por um objeto numa determinada estrutura foi igual a 100%. Como em bioestatística o índice de significância aceito (α) é de 0,05 (probabilidade de 95%), este valor foi atribuído ao EPR. Dessa forma:

$$0,05 = \sqrt{\frac{(1 - 10)}{N}}$$

$$0,0025 = \frac{9}{N} \quad N = 3600$$

Os 3600 pontos são os que deveriam ser contados, utilizando-se do cálculo do número de pontos corrigidos, uma vez que a densidade de volume da estrutura em análise foi de 10, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$N_{\text{corrigido}} = \frac{N_{\text{calculado}}}{V_v}$$

$$N_{\text{corrigido}} = \frac{3600}{10} = 360$$

Escolheu-se, aleatoriamente, cinco lâminas de cada grupo de superfície, em cada período de sacrifício pós-operatório. Todas as lâminas selecionadas tinham cortes seriados de 6 μm de espessura. Foram analisados os segundos sulcos em “V” das lâminas, onde 360 pontos de intersecções foram contados para cada grupo nos diferentes períodos de sacrifício, avaliando-se a formação do tecido ósseo nesta região.

5. RESULTADOS

5.1. ANÁLISE HISTOLÓGICA

As avaliações histológicas foram realizadas nas peças processadas após a remoção dos implantes e seguiram uma seqüência descritiva das regiões no sentido súpero-inferior: região periosteal, região de osso cortical, região endosteal e região medular.

5.1.1 PERÍODO DE 3 SEMANAS PÓS-OPERATÓRIO

A) SUPERFÍCIE USINADA

Região Periosteal

O periósteeo apresentou-se como uma camada fibrosa muito delgada. Notou-se o espessamento da camada osteogênica com formação de tecido ósseo imaturo sobre o osso cortical pré-existente.

Observou-se, também, no interior do tecido ósseo neoformado, a presença de tecido conjuntivo frouxo e alguns vasos sangüíneos, sendo que estes últimos se encontraram circundados por feixes de células osteogênicas (FIG. 9).

O limite entre o osso cortical pré-existente e o osso neoformado foi nítido, sendo que apresentaram diferenças na coloração de suas matrizes ósseas.

Próximo à interface osso/implante, houve a presença de uma camada delgada de tecido conjuntivo fibroso.

Região de Osso Cortical

O osso cortical apresentou uma neoformação óssea em direção ao segundo sulco em “V” do implante. Esse tecido teve características de osso imaturo, contendo alguns vasos sangüíneos e tecido conjuntivo frouxo no interior dos seus espaços lacunares (FIG. 10).

Foi possível observar que esse crescimento ósseo atingiu até o terceiro sulco em “V” do implante e, em alguns casos, esse crescimento foi além do terceiro sulco, se estendendo até a região mais apical da cavidade cirúrgica.

Constatou-se a existência da linha cimentante entre o osso pré-existente e o osso neoformado.

O osso cortical pré-existente apresentou-se com padrão compacto com poucos espaços lacunares, sistemas de Havers com lamelas concêntricas e matriz óssea de coloração uniforme.

Região Endosteal

Neste período foi possível observar na região a existência de tecido ósseo neoformado à partir do endóstio, com crescimento alcançando até o terceiro sulco em “V” do implante e, em alguns casos, esse crescimento se estendeu até a região mais apical da cavidade cirúrgica. Pela existência desses sulcos em “V”, o tecido ósseo neoformado apresentou-se com superfície ondulada.

No interior dos espaços lacunares do tecido ósseo neoformado, notou-se a presença de tecido conjuntivo frouxo e alguns vasos sanguíneos. No terceiro sulco havia maior presença de tecido conjuntivo em relação às áreas de ossificação (FIG. 11).

Junto à interface osso/implante, houve presença de uma camada delgada de tecido conjuntivo fibroso.

Também estava presente nitidamente a linha cimentante entre o osso pré-existente e o tecido ósseo neoformado.

Região Medular

A região medular apresentou predominância absoluta de tecido adiposo ricamente celularizado e com baixa quantidade de células precursoras.

Em toda a extensão da interface osso/implante, notou-se a existência de uma camada de tecido conjuntivo fibroso, além de alguns vasos sangüíneos e núcleos de formação óssea de tamanhos variados.

Próximo à região do endóstio (porção mais superior da região medular), observou-se a presença de tecido ósseo neoformado que apresentava, na interface osso/implante, uma camada delgada de tecido conjuntivo fibroso (FIG. 12).

A região apical apresentou alguns centros de formação óssea, que continha tecido conjuntivo frouxo e vasos sangüíneos em seus espaços lacunares. Pareceu que esse osso formou-se a partir da região apical em direção à superfície do implante.

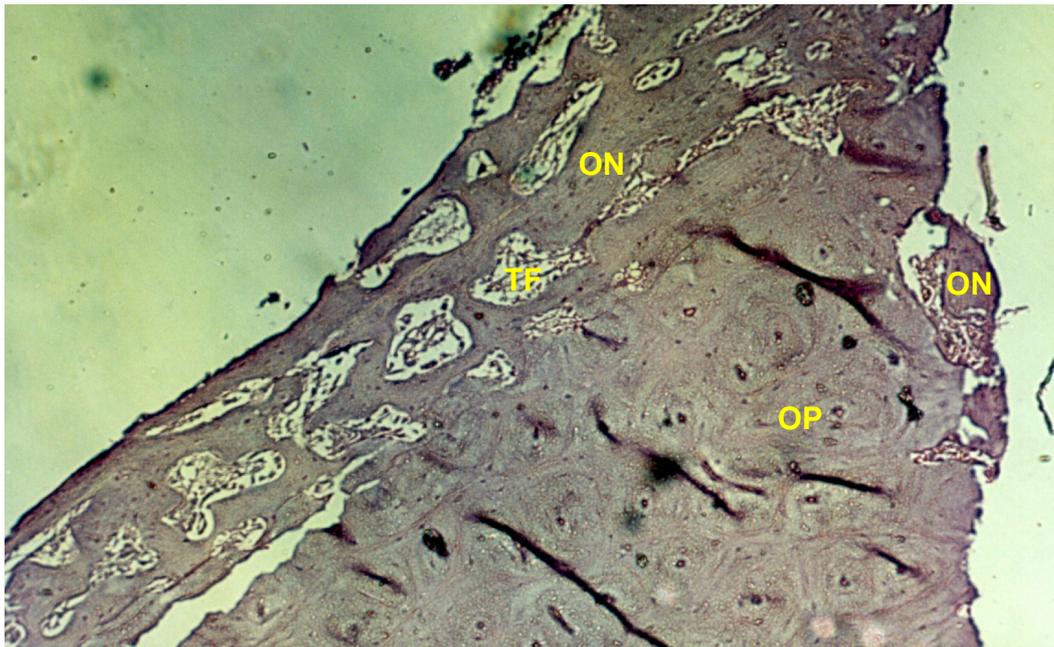


FIGURA 9. Superfície usinada – 3 semanas de pós-operatório – Região periosteal – H. E. 6,3x. Espessamento da camada osteogênica com neoformação óssea (ON) sobre o osso cortical pré-existente (OP). Presença de tecido conjuntivo frouxo (TF) no interior do tecido ósseo neoformado (ON).

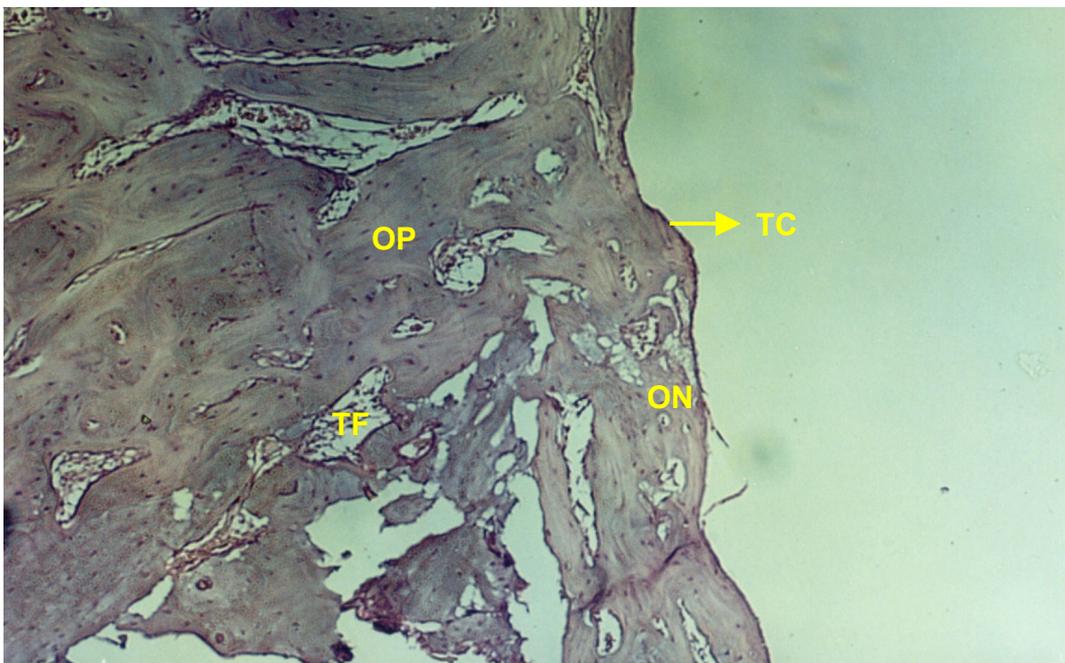


FIGURA 10. Superfície usinada – 3 semanas de pós-operatório – Região de osso cortical – H. E. 6,3x. Neoformação óssea (ON) com características de osso imaturo quando comparado ao osso pré-existente (OP), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) no interior de seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante.

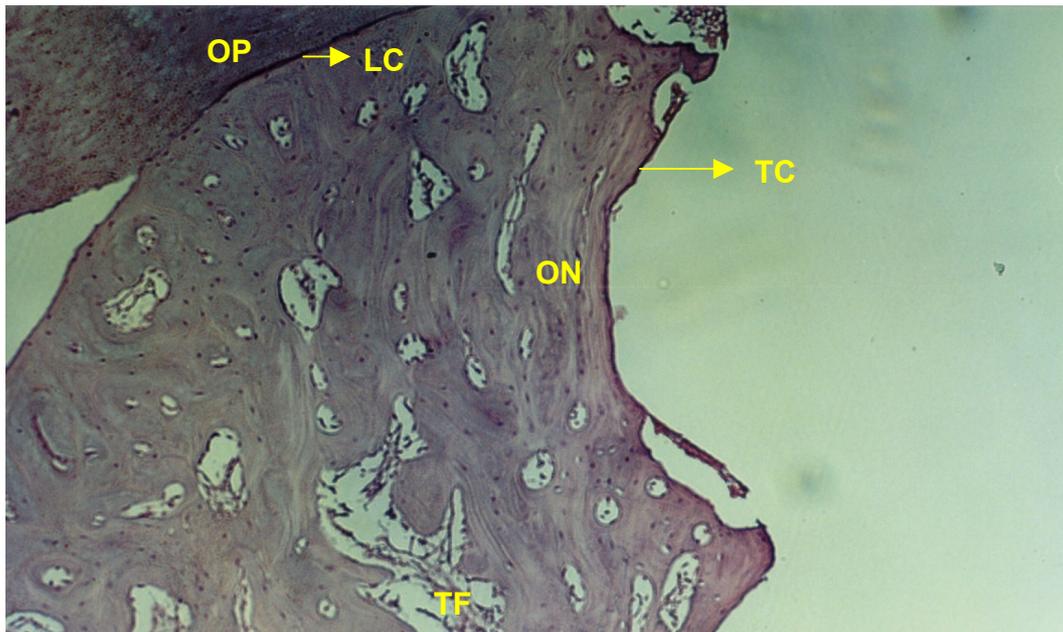


FIGURA 11. Superfície usinada – 3 semanas de pós-operatório – Região endosteal – H. E. 6,3x. Presença de tecido ósseo neoformado (ON), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) em seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante. Observa-se a linha cimentante (LC) entre osso neoformado (ON) e osso pré-existente (OP).

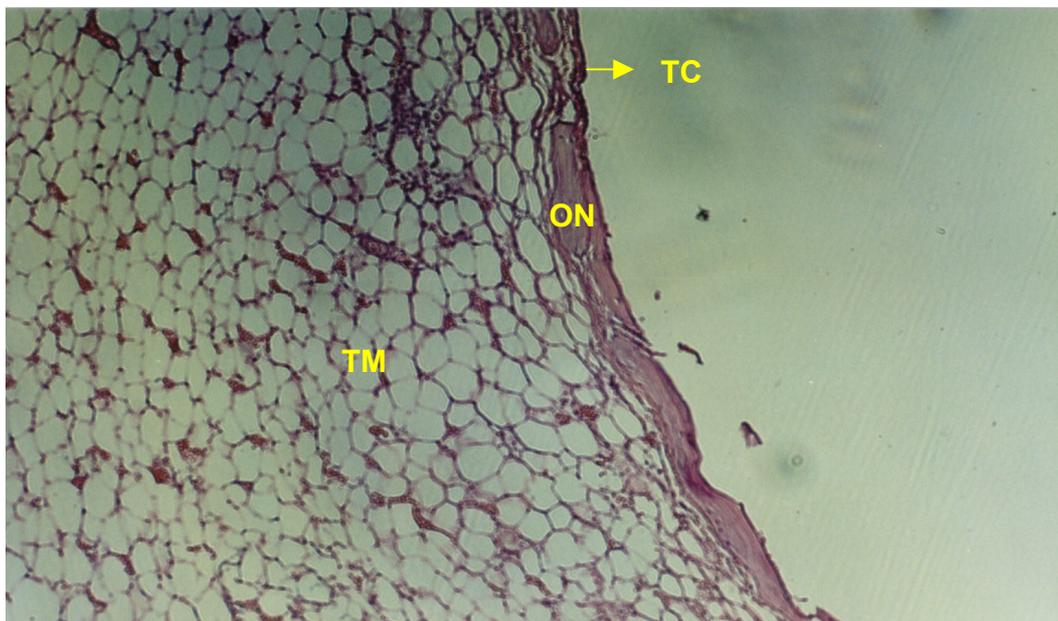


FIGURA 12. Superfície usinada – 3 semanas de pós-operatório – Região medular – H. E. 6,3x. Nota-se a presença de tecido ósseo neoformado (ON) junto à interface osso/implante. Entre esta neoformação óssea e o implante, verifica-se a existência de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC). Observa-se também, a presença de células adiposas do tecido medular (TM).

B) SUPERFÍCIE JATEADA POR PLASMA SPRAY DE TITÂNIO

Região Periosteal

As alterações histológicas, em 3 semanas de pós-operatório, mostraram um espessamento da camada periosteal com proliferação e diferenciação, resultando em uma aposição de tecido ósseo neoformado sobre a cortical óssea pré-existente (FIG. 13).

Notamos, no interior do trabeculado do osso neoformado, a presença de tecido conjuntivo frouxo e de alguns vasos sanguíneos neoformados, bem como a presença de uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso junto à interface osso/implante.

O limite entre o osso pré-existente e o osso neoformado foi nítido, sendo possível observar, no osso pré-existente, os sistemas de Havers com lamelas concêntricas e vasos sanguíneos.

Região de Osso Cortical

Nessa região, houve presença de um osso cortical pré-existente bem vascularizado, com padrão compacto característico, sistema de Havers e lamelas

concêntricas, com poucos espaços lacunares e matriz óssea de coloração uniforme.

Notou-se na área junto ao implante, a presença de tecido ósseo neoformado de superfície ondulada, devido à existência do sulco em “V” do implante, sendo que no interior desses sulcos, constatou-se um crescimento aposicional de tecido ósseo, com presença de tecido osteóide. Havia trabéculas ósseas circundando os vasos sangüíneos e, próximo à interface osso/implante, observou-se a presença de vasos, células osteogênicas e uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso (FIG. 14).

A linha cimentante, separando o osso neoformado do osso pré-existente, foi nítida.

Região Endosteal

Nesta área, junto ao implante, houve a presença de tecido ósseo neoformado de superfície ondulada, ocasionada pela existência do segundo e terceiro sulcos em “V” do implante. Este tecido ósseo neoformado apresentou trabeculado ósseo com presença de osteoblastos, tecido conjuntivo frouxo e vasos sangüíneos neoformados dentro de seus espaços lacunares (FIG. 15).

O crescimento do osso neoformado ocorreu no sentido apical do implante, principalmente até um pouco além do terceiro sulco. Algumas regiões da

interface osso/implante apresentaram uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso.

A camada do endósteo próxima aos sulcos do implante, apresentou-se espessa e em processo de osteogênese.

Região Medular

Nesta região, observou-se a predominância de tecido adiposo ricamente celularizado e menor quantidade de células precursoras.

As porções superior e média da região medular encontraram-se preenchidas por tecido ósseo neoformado, o que pareceu proveniente da região do endósteo. Entre as trabéculas do osso neoformado, notou-se a presença de tecido conjuntivo frouxo, tecido adiposo e vasos sangüíneos.

Na porção mais apical da região medular, junto à interface osso/implante, notou-se a presença de uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso, sendo que esta última apresentou-se recobrimdo todo tecido ósseo neoformado nas porções superior e média (FIG. 16).

Quanto maior o afastamento em relação à interface osso/implante, maior foi a quantidade de células adiposas e menor a quantidade de células precursoras.

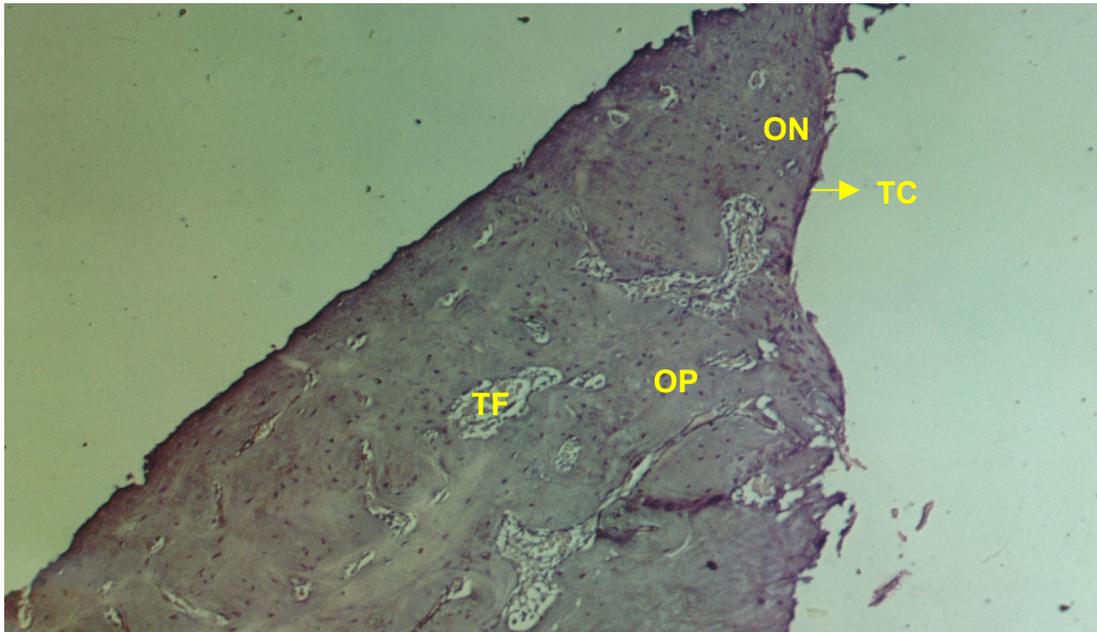


FIGURA 13. Superfície plasma spray de titânio – 3 semanas de pós-operatório – Região periosteal – H. E. 6,3x. Espessamento da camada osteogênica com neoformação óssea (ON) sobre o osso cortical pré-existente (OP). Presença de tecido conjuntivo frouxo (TF) no interior do tecido ósseo neoformado (ON) e de uma lâmina delgada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante.

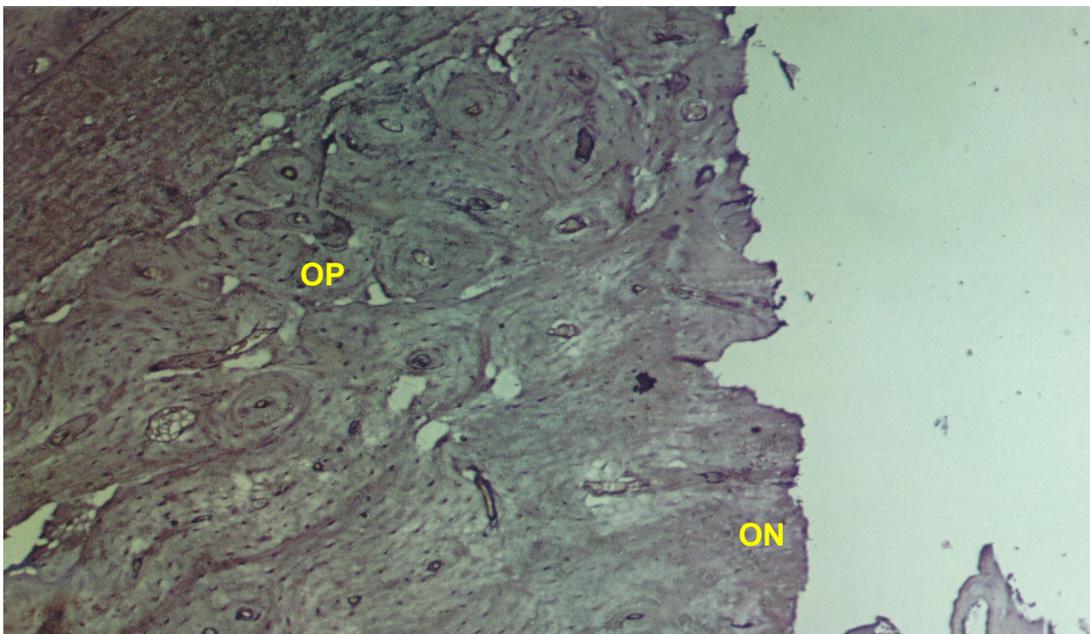


FIGURA 14. Superfície plasma spray de titânio – 3 semanas de pós-operatório – Região de osso cortical – H. E. 6,3x. Observa-se a presença de uma neoformação óssea (ON) com características de osso imaturo quando comparado ao osso pré-existente (OP).

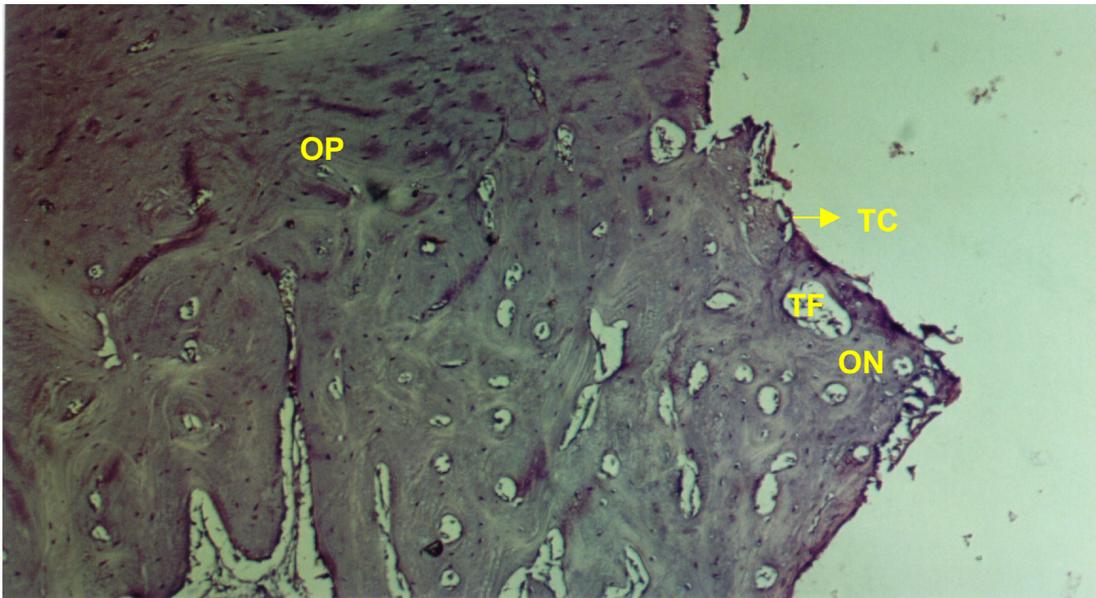


FIGURA 15. Superfície plasma spray de titânio – 3 semanas de pós-operatório – Região endosteal – H. E. 6,3x. Presença de tecido ósseo neoformado (ON) com características de osso imaturo quando comparado ao osso pré-existente (OP), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) em seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante.

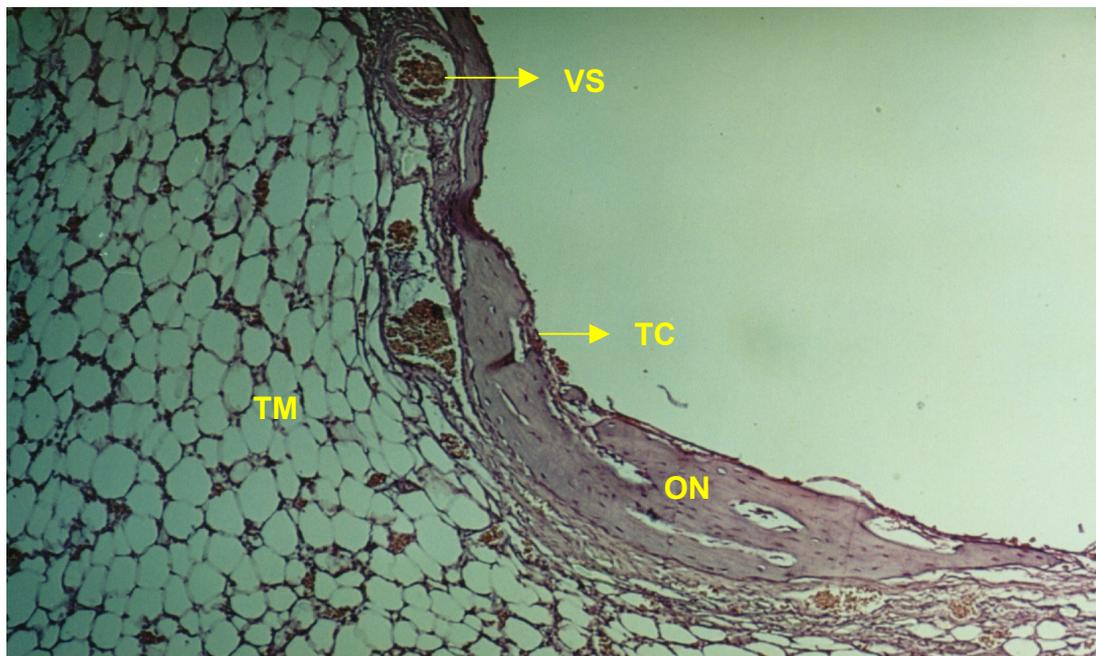


FIGURA 16. Superfície plasma spray de titânio – 3 semanas de pós-operatório – Região medular – H. E. 6,3x. Nota-se a presença de tecido ósseo neoformado (ON), junto à interface osso/implante. Entre esta neoformação óssea e o implante, verifica-se a existência de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC). No interior do osso neoformado (ON), presença de vasos sanguíneos (VS). Observa-se, também, a presença de células do tecido medular (TM).

C) SUPERFÍCIE TRATADA POR ÁCIDO

Região Periosteal

Após 3 semanas, observou-se espessamento da camada periosteal, com proliferação e diferenciação, resultando em uma aposição de tecido ósseo neoformado sobre a cortical óssea pré-existente.

Constatou-se a presença de tecido conjuntivo frouxo no interior do tecido ósseo neoformado, bem como a presença de uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso na região da interface osso/implante.

Notou-se nitidamente o limite entre o osso neoformado periosteal e o osso cortical pré-existente.

Houve a presença de alguns vasos sangüíneos neoformados no interior do tecido ósseo neoformado (FIG. 17).

Em uma amostra, foi possível observar atividade celular com formação de tecido ósseo imaturo, que se apresentou bem vascularizado e celularizado.

Região de Osso Cortical

Nesta região cortical, foi possível observar presença de atividade proliferativa na face cortical voltada para a superfície do implante, onde notou-se a presença de um crescimento aposicional de tecido ósseo neoformado, de superfície ondulada, ocasionada pelo sulco em “V” do implante. O tecido ósseo neoformado apresentou coloração uniforme, presença de tecido conjuntivo frouxo em seu interior e de alguns vasos sanguíneos neoformados. Junto à interface osso/implante, observou-se a presença de uma lâmina delgada de tecido conjuntivo fibroso (FIG. 18).

O osso cortical apresentou-se com padrão compacto, com poucos espaços lacunares, sistema de Havers com lamelas concêntricas e matriz óssea de coloração uniforme.

Constatou-se a existência da linha cimentante entre o tecido ósseo neoformado e o osso cortical pré-existente.

Região Endosteal

Observou-se a presença de tecido ósseo neoformado a partir do endóstio, com crescimento envolvendo até o terceiro sulco em “V” do implante, sendo que, por este motivo, apresentou superfície ondulada, correspondente ao crescimento ósseo para o interior destes sulcos.

No interior deste osso neoformado, notou-se a presença de tecido conjuntivo frouxo e alguns vasos sangüíneos que se posicionaram em toda a extensão, inclusive junto à interface osso/implante (FIG. 19).

A linha cimentante entre o osso pré-existente e o osso neoformado apresentou-se bastante nítida.

Região Medular

Pode-se observar, uma predominância de tecido adiposo ricamente celularizado e com pouca quantidade de células precursoras.

Em toda a extensão da região medular existiu uma lâmina delgada de tecido conjuntivo fibroso junto à interface osso/implante. Este tecido conjuntivo cresceu no sentido apical da cavidade cirúrgica preparada para receber o implante.

A porção apical da região medular apresentou algumas pequenas áreas de neoformação óssea, parecendo que esse osso formou-se à partir da região apical em direção à superfície do implante (FIG. 20).

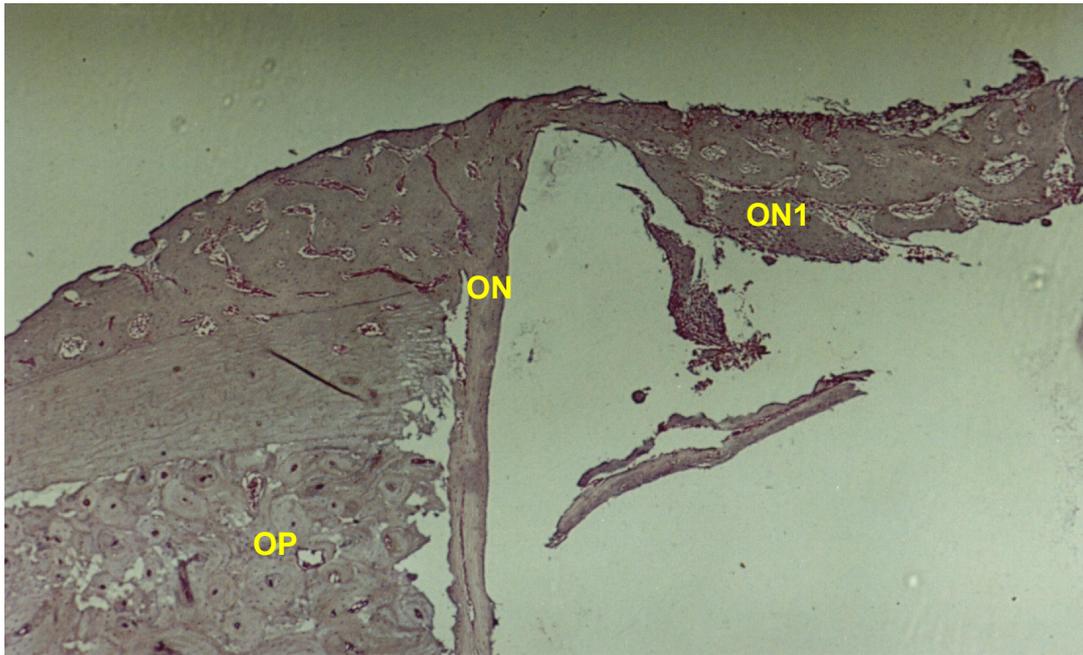


FIGURA 17. Sup. trat. ácido – 3 semanas de pós-operatório – Região periosteal – H. E. 6,3x. Espessamento da camada osteogênica com neoformação óssea (ON) sobre o osso cortical pré-existente (OP). Observa-se que nesta amostra, ocorreu uma neoformação óssea (ON1) sobre o colar do implante.

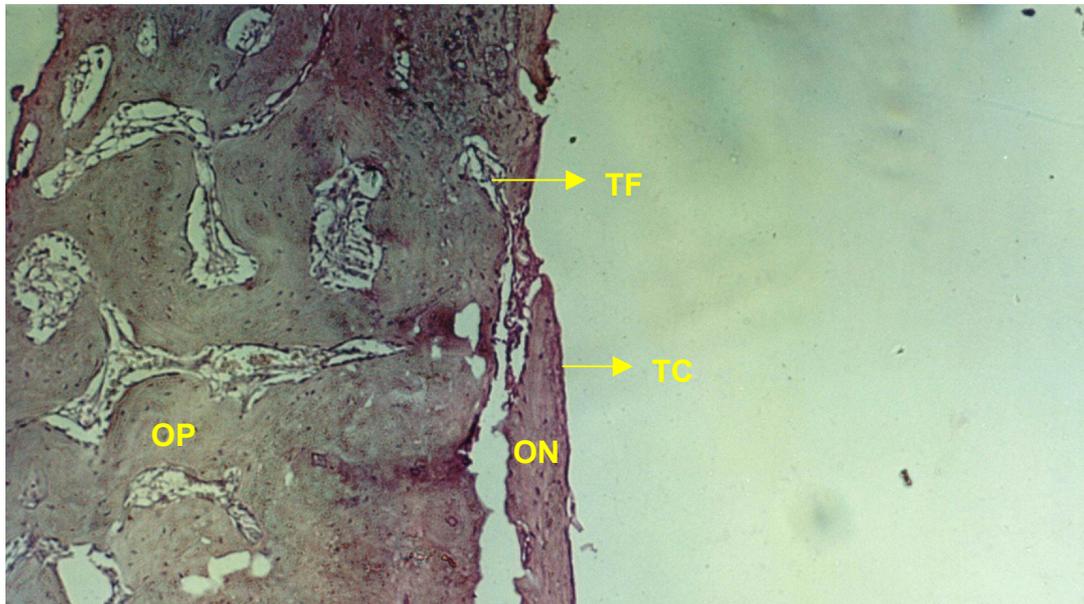


FIGURA 18. Sup. trat. ácido – 3 semanas de pós-operatório – Região de osso cortical – H. E. 6,3x. Nesta figura, observa-se uma neoformação óssea (ON), com características de osso imaturo quando comparado ao osso pré-existente (OP), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) no interior de seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante.

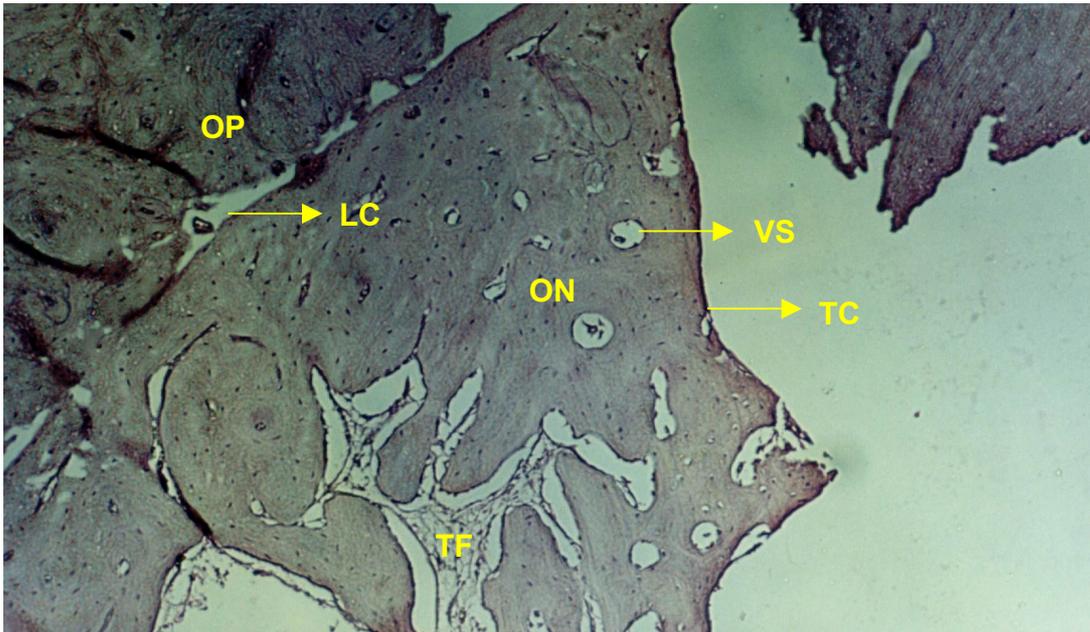


FIGURA 19. Sup. trat. ácido – 3 semanas de pós-operatório – Região endosteal – H. E. 6,3x. Presença de tecido ósseo neoformado (ON), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) e vasos sanguíneos (VS) em seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante. Observa-se a linha cimentante (LC) entre osso neoformado (ON) e osso pré-existente (OP).

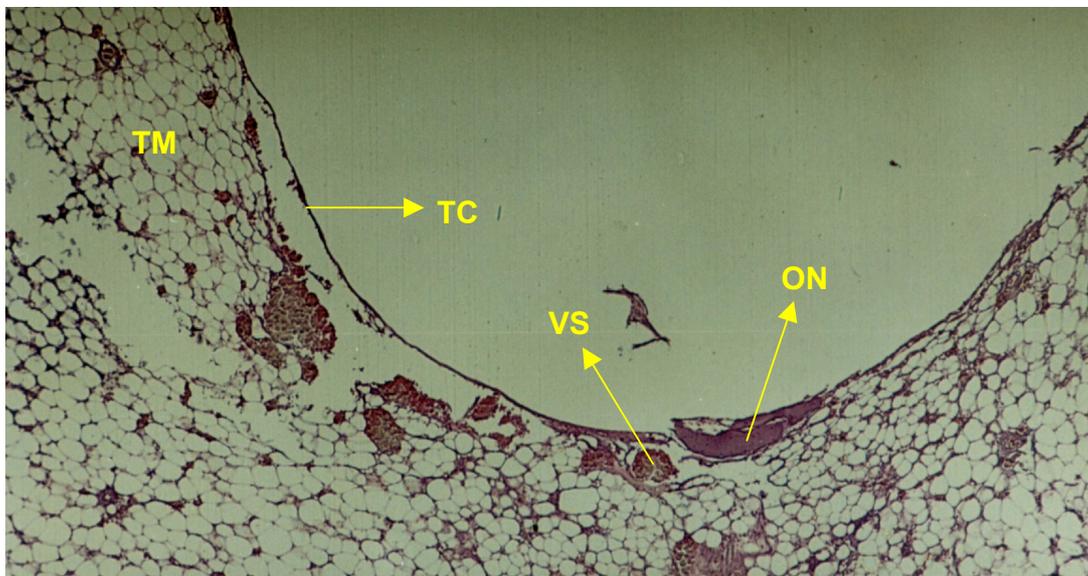


FIGURA 20. Sup. trat. ácido – 3 semanas de pós-operatório – Região medular – H. E. 3,2x. Nota-se a presença de ilhas de tecido ósseo neoformado (ON) junto à interface osso/implante em sua região mais apical. Também, junto a esta interface verificou-se a existência de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) e vaso sanguíneo (VS). Presença de células do tecido medular (TM).

5.1.2 PERÍODO DE 6 SEMANAS PÓS-OPERATÓRIO

A) SUPERFÍCIE USINADA

Região Periosteal

Neste período pós-operatório, os cortes analisados apresentaram camadas osteogênica e fibrosa delgadas. Observou-se uma maior organização do tecido ósseo neoformado, embora ainda apresentasse características de osso imaturo. No interior de suas lacunas foi possível observar a presença de alguns vasos sanguíneos e poucas áreas hemorrágicas (FIG. 21).

Junto à interface osso/implante, notou-se a presença de tecido ósseo neoformado e, adjacente ao metal, observou-se uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso. A camada osteoblástica apresentou-se bem desenvolvida e a camada fibrosa bem delgada.

Ainda era evidente a diferença de coloração entre a matriz óssea pré-existente e o tecido ósseo neoformado.

Região de Osso Cortical

O osso cortical pré-existente apresentou-se com padrão compacto, com poucos espaços lacunares, sistemas de Havers com lamelas concêntricas e matriz óssea de coloração uniforme.

Neste período, a região cortical exibiu uma neoformação óssea que crescia para o interior dos sulcos em “V” do implante. Esse tecido, embora com um padrão mais organizado que no período anterior, ainda apresentou características de osso imaturo, contendo alguns vasos sanguíneos e tecido conjuntivo frouxo no interior de seus espaços lacunares.

Em algumas amostras, a neoformação óssea pareceu alcançar os três sulcos em “V” do implante, sendo que no terceiro sulco, notou-se a presença de tecido conjuntivo fibroso junto às áreas de ossificação (FIG. 22).

Junto à interface osso/implante, notou-se a presença de algumas áreas contendo tecido ósseo neoformado e, adjacente ao metal, uma camada delgada de tecido conjuntivo fibroso.

Região Endosteal

Notou-se um espessamento da camada endosteal, junto aos sulcos em “V” do implante, onde foi observado um processo de osteogênese bastante estimulado.

Embora o tecido ósseo neoformado apresentou-se com um padrão de organização superior ao período anterior, com um aspecto histológico quase próximo da matriz óssea pré-existente, ainda foi possível notar a presença de tecido conjuntivo fibroso e alguns vasos sanguíneos em seus espaços lacunares. Também foi possível observar a presença da linha cimentante entre o osso pré-existente e o tecido ósseo neoformado (FIG. 23).

Neste período foi possível observar na região a existência de tecido ósseo neoformado a partir do endóstio, com crescimento alcançando até o terceiro sulco em “V” do implante, sendo que, em algumas amostras, no terceiro sulco havia maior presença de tecido conjuntivo em relação às áreas de ossificação.

Junto à interface osso/implante, notou-se a presença de algumas áreas de tecido ósseo neoformado e, adjacente ao metal, uma camada delgada de tecido conjuntivo fibroso.

Região Medular

A região medular apresentou predominância absoluta de tecido adiposo ricamente celularizado e com pouca quantidade de células precursoras.

Em toda a extensão da interface osso/implante, notou-se a existência de alguns centros de ossificação e de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso, além de alguns vasos sanguíneos.

Próximo à região do endóstio (porção mais superior da região medular) observou-se a presença de tecido ósseo neoformado, que apresentou, na interface osso/implante, uma camada delgada de tecido conjuntivo fibroso.

A porção mais apical da região medular apresentou alguns centros de formação óssea que continha tecido conjuntivo fibroso e vasos sanguíneos em seus espaços lacunares. Pareceu que esse osso formou-se a partir da região apical em direção à superfície do implante (FIG. 24).

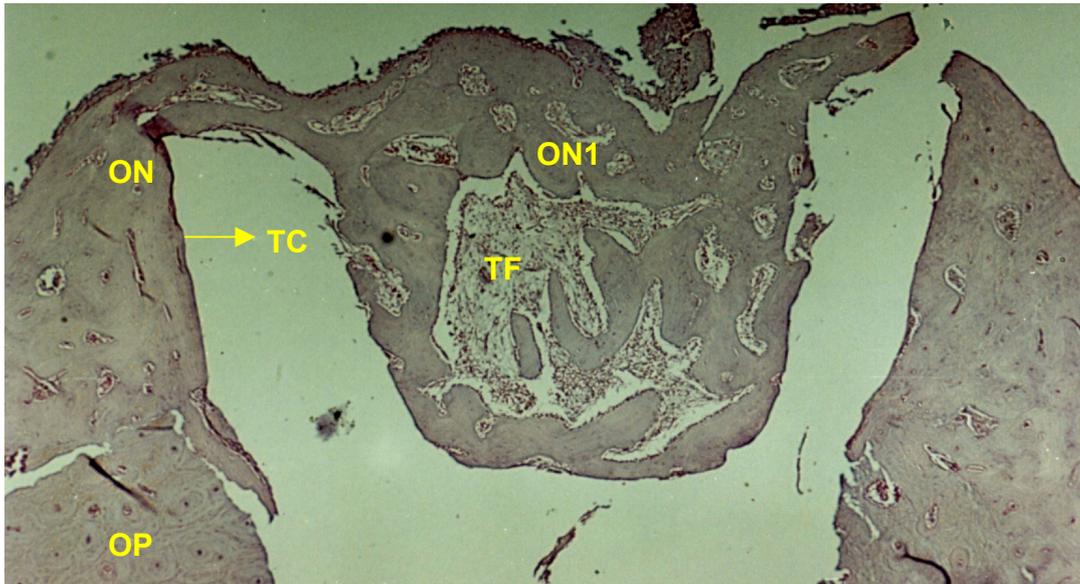


FIGURA 21. Superfície usinada – 6 semanas de pós-operatório – Região periosteal – H. E. 6,3x. Espessamento da camada osteogênica com neoformação óssea (**ON**) sobre o osso cortical pré-existente (**OP**). Observa-se que nesta amostra ocorreu uma neoformação óssea (**ON1**) sobre o colar do implante, sendo que em seus espaços lacunares observamos a presença de tecido conjuntivo frouxo (**TF**). Junto à interface osso/implante, nota-se a presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (**TC**).

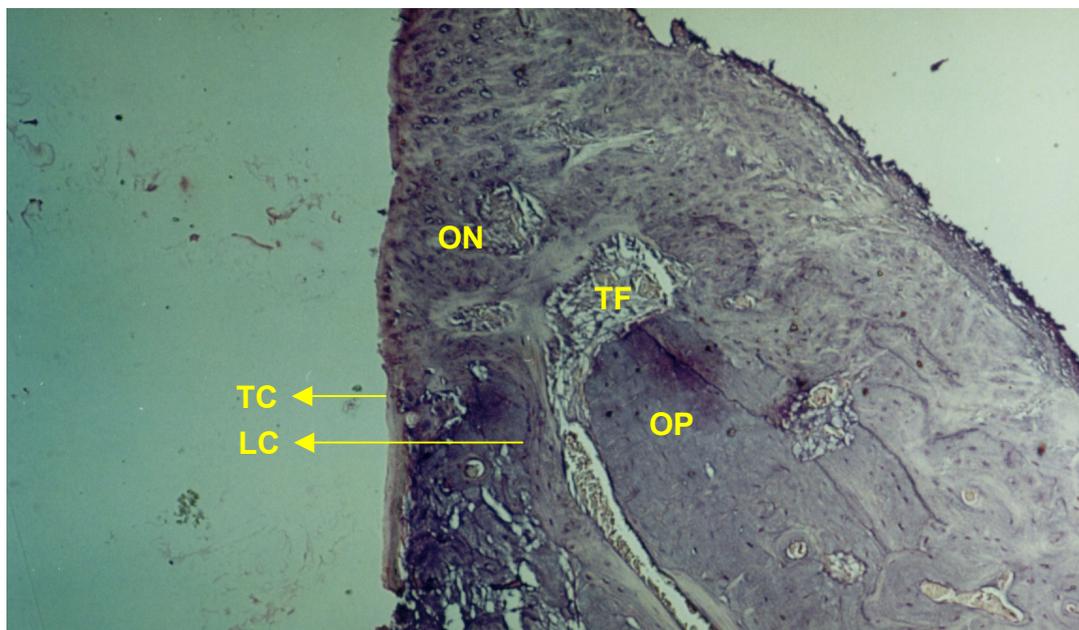


FIGURA 22. Superfície usinada – 6 semanas de pós-operatório – Região de osso cortical – H. E. 6,3x. Presença de tecido ósseo neoformado (**ON**) separado do osso pré-existente (**OP**) pela linha cimentante (**LC**). Nos espaços lacunares do osso neoformado, observa-se a presença de tecido conjuntivo frouxo (**TF**). Junto à interface osso/implante, presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (**TC**).

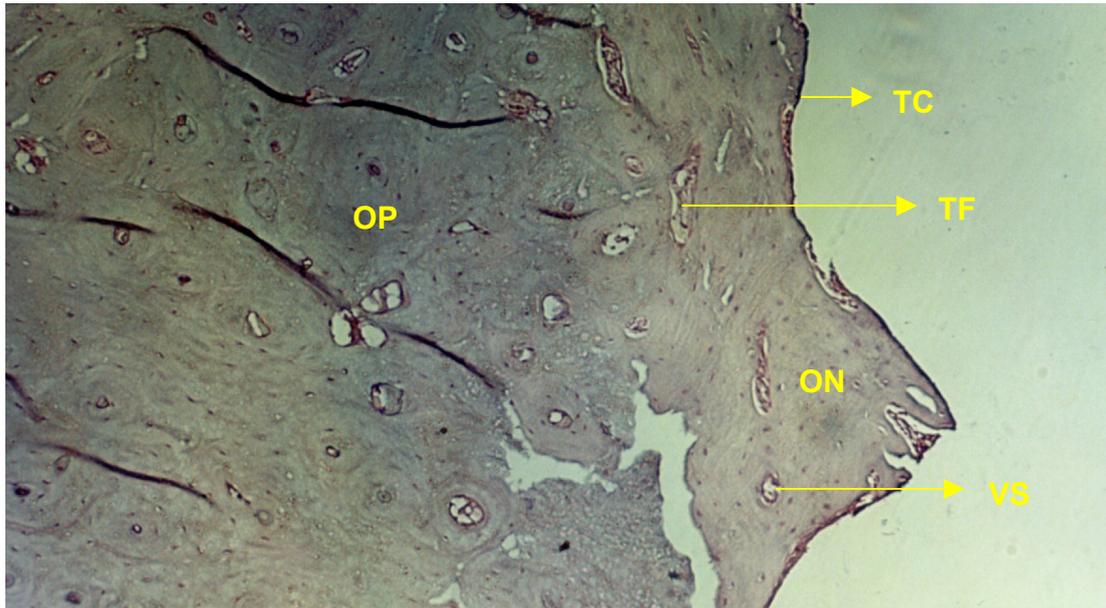


FIGURA 23. Superfície usinada – 6 semanas de pós-operatório – Região endosteal – H. E. 6,3x. Presença de tecido ósseo neoformado (ON), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) e vasos sanguíneos (VS) em seus espaços lacunares. Junto à interface osso/implante, nota-se a presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC). Observa-se ainda o osso pré-existente (OP).

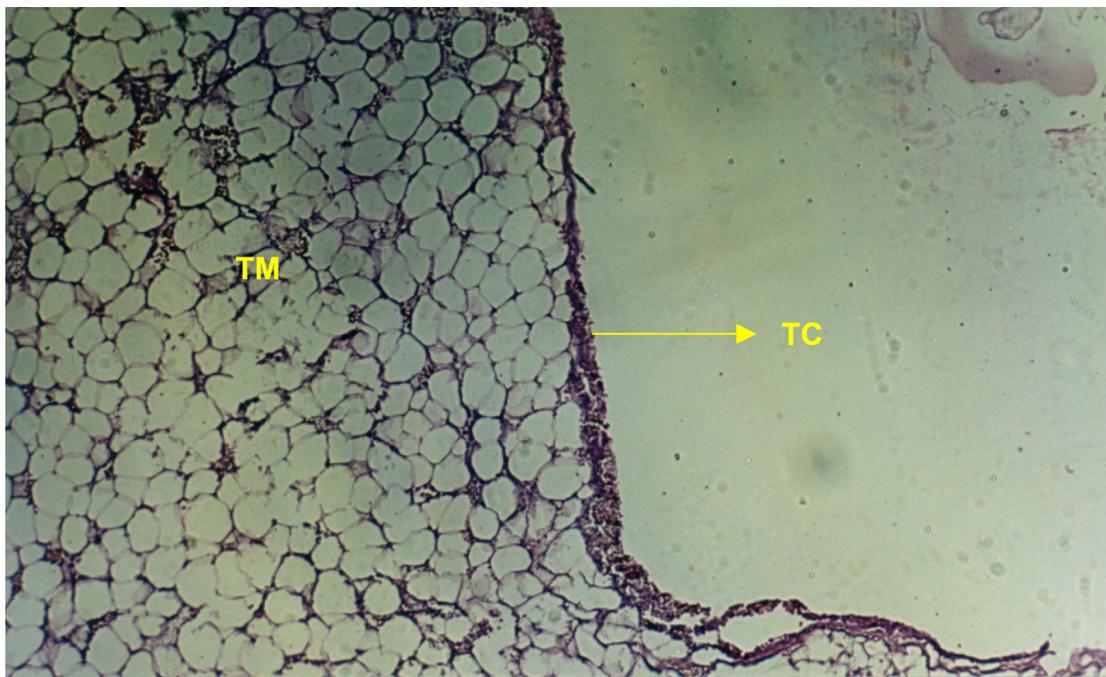


FIGURA 24. Superfície usinada – 6 semanas de pós-operatório – Região medular – H. E. 6,3x. Na interface osso/implante, nota-se a existência de uma lâmina de tecido conjuntivo fibroso (TC) separando o implante do tecido ósseo medular (TM).

B) SUPERFÍCIE JATEADA POR PLASMA SPRAY DE TITÂNIO

Região Periosteal

As amostras analisadas neste período apresentaram uma região periosteal com uma espessura delgada.

O trabeculado ósseo não apresentou um padrão homogêneo na distribuição das lacunas dos osteócitos.

Junto à interface osso/implante, ainda pode-se observar a presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso, vasos sangüíneos e algumas áreas hemorrágicas (FIG. 25).

Ainda foi possível observar a diferença de coloração entre a matriz óssea pré-existente e o tecido ósseo neoformado.

Região de Osso Cortical

Observou-se nessa região um osso cortical pré-existente bem vascularizado, com padrão compacto característico, sistema de Havers e lamelas concêntricas, com poucos espaços lacunares e matriz óssea de coloração uniforme. A linha cimentante separando o osso neoformado do osso pré-existente foi nítida.

Notou-se, na área junto ao implante, a presença de tecido ósseo neoformado de superfície ondulada, devido à existência do sulco em “V” do implante, sendo que, no interior desses sulcos, constatou-se um crescimento aposicional de tecido ósseo neoformado. Nos espaços lacunares do osso neoformado, observou-se a presença de vasos sanguíneos (FIG. 26).

Junto à interface osso/implante, notou-se a presença de tecido ósseo neoformado e, adjacente ao metal, foi possível observar uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso e vasos sanguíneos.

Região Endosteal

Nesta região houve um espessamento da camada do endóstio próximo aos sulcos do implante, onde notou-se um processo de osteogênese bastante estimulado. Na área junto ao implante, houve presença de tecido ósseo neoformado de superfície ondulada, ocasionado pela existência do segundo e terceiro sulcos em “V” do implante. O fundo destes sulcos (área junto ao metal), continha uma camada delgada tecido conjuntivo fibroso.

O crescimento do osso neoformado processou-se no sentido apical do implante, principalmente até um pouco além do terceiro sulco. Algumas regiões da interface osso/implante apresentaram uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso (FIG. 27).

Região Medular

Nesta região observou-se a predominância de tecido adiposo ricamente celularizado e menor quantidade de células precursoras, com predomínio de células adiposas em relação aos outros tipos celulares da medula.

As porções superior e média da região medular encontraram-se preenchidas por tecido ósseo neoformado, que pareceu proveniente da região do endóstio. Próximo à interface osso/implante, foi possível observar alguns vasos sanguíneos e centros de ossificação.

Na porção mais apical da região medular, junto à interface osso/implante, notou-se a presença de uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso. Em algumas amostras analisadas, notou-se a presença de alguns centros de ossificação adjacentes ao implante (FIG. 28).

À medida que se afastava da interface osso/implante, maior a quantidade de células adiposas e menor a quantidade de células precursoras.

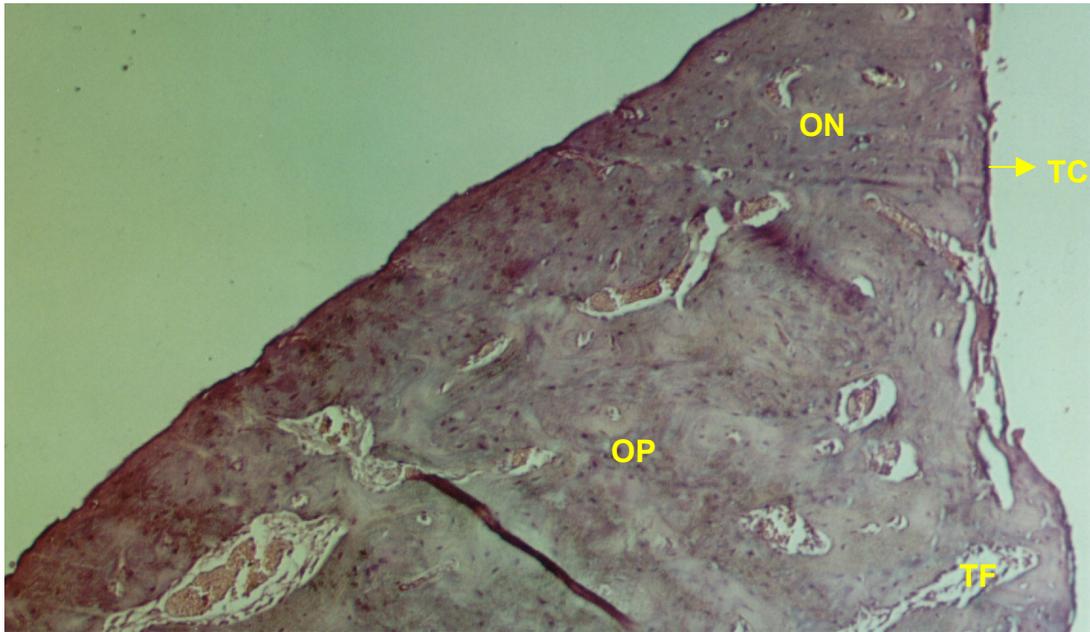


FIGURA 25. Superfície plasma spray de titânio – 6 semanas de pós-operatório – Região periosteal – H. E. 6,3x. Espessamento da camada osteogênica com neoformação óssea (ON) sobre o osso cortical pré-existente (OP). Presença de tecido conjuntivo frouxo (TF) no interior dos espaços lacunares do tecido ósseo neoformado (ON). Junto à interface osso/implante, nota-se a presença de uma delgada lâmina de tecido conjuntivo fibroso (TC).

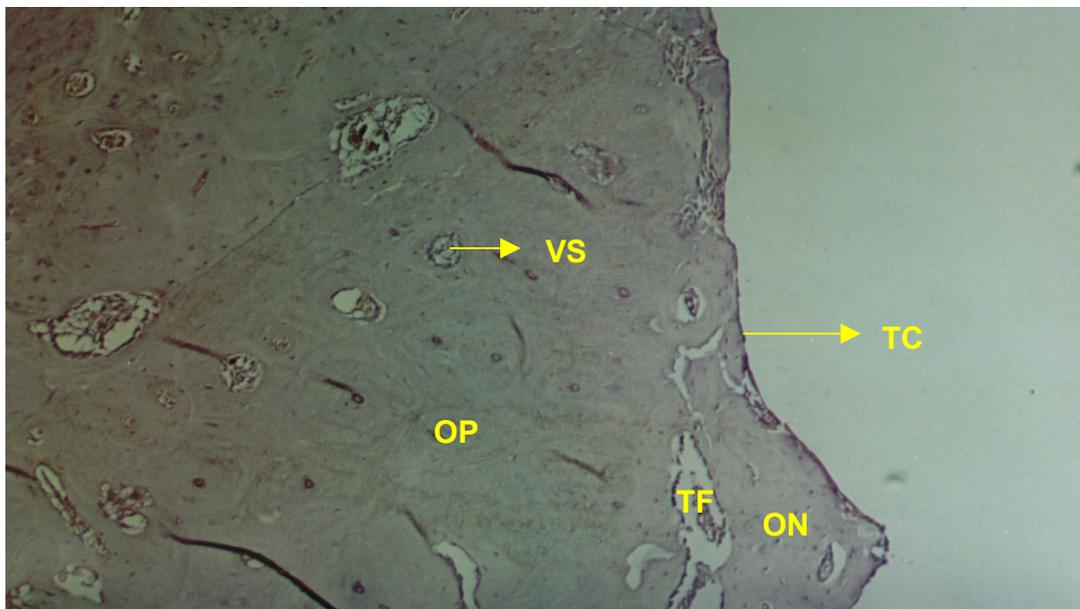


FIGURA 26. Superfície plasma spray de titânio – 6 semanas de pós-operatório – Região de osso cortical – H. E. 6,3x. Neoformação óssea (ON), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) e vasos sanguíneos (VS) no interior de seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante. Observa-se ainda o osso pré-existente (OP).

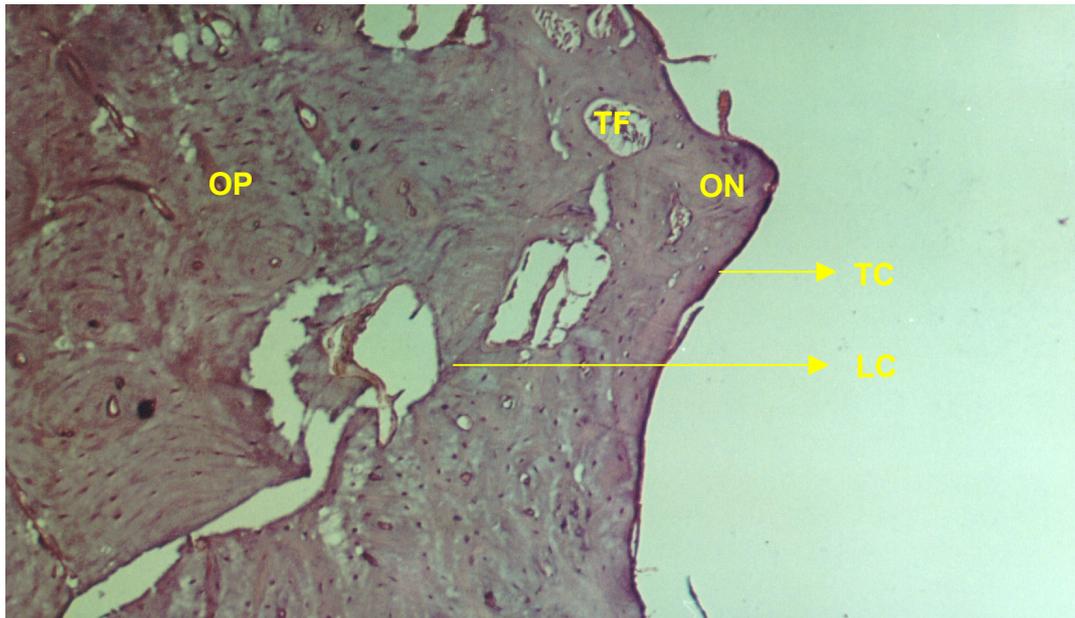


FIGURA 27. Superfície plasma spray de titânio – 6 semanas de pós-operatório – Região endosteal – H. E. 6,3x. Presença de tecido ósseo neoformado (ON), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) em seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante. Observa-se a linha cimentante (LC) entre osso neoformado (ON) e osso pré-existente (OP).

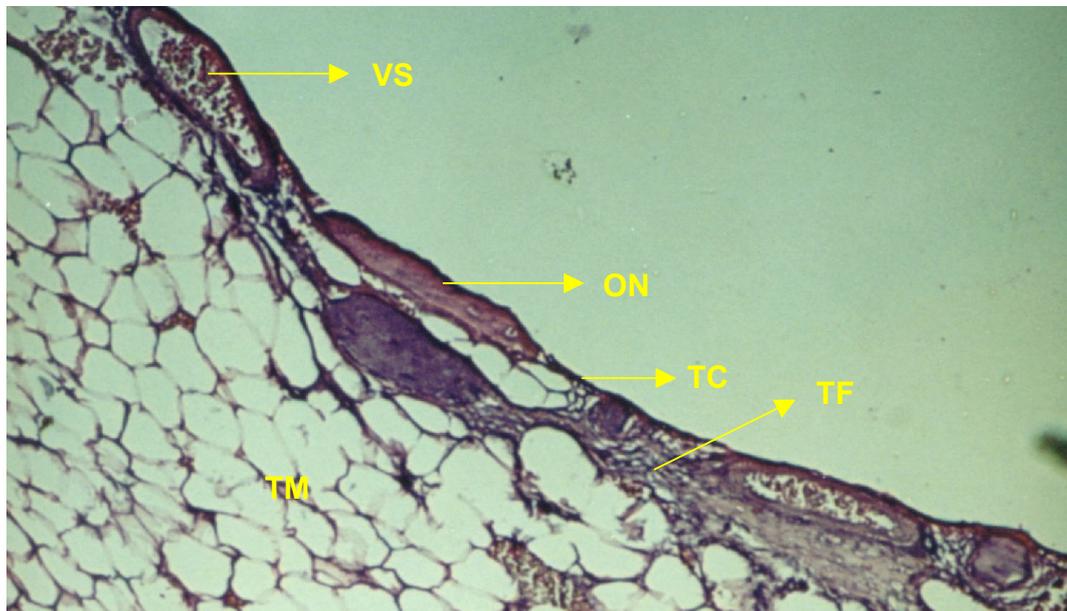


FIGURA 28. Superfície plasma spray de titânio – 6 semanas de pós-operatório – Região medular – H. E. 10x. Nota-se a presença de ilhas de tecido ósseo neoformado (ON), junto à interface osso/implante. Entre esta neoformação óssea e o implante verifica-se a existência de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC). Observa-se também, a presença de células do tecido medular (TM), tecido conjuntivo frouxo (TF) e vasos sangüíneos (VS).

C) SUPERFÍCIE TRATADA POR ÁCIDO

Região Periosteal

A região periosteal apresentou-se com uma espessura delgada e, embora ainda não tivesse um padrão homogêneo nas distribuições dos espaços lacunares, apresentou-se com uma neoformação óssea bem mais organizada do que no período anterior.

Foi possível observar nessa região a presença de vasos sangüíneos e a diferença de coloração entre a matriz óssea pré-existente e o tecido ósseo neoformado, que neste período, apresentou-se bem menos evidente do que no período anterior (FIG. 29).

Notou-se uma camada osteoblástica bem desenvolvida e uma camada de tecido conjuntivo fibroso bem delgada.

Região de Osso Cortical

A região apresentou uma matriz óssea cortical pré-existente bem vascularizada, com padrão compacto característico, com sistemas de Havers e lamelas concêntricas.

Houve um crescimento de tecido ósseo neoformado de superfície ondulada para o interior dos três sulcos em “V” do implante. Esse osso neoformado apresentou-se com características mais homogêneas quando comparado com o osso formado no período anterior, embora ainda apresentasse com aspecto de osso imaturo, com espaços lacunares contendo tecido conjuntivo fibroso e alguns vasos sanguíneos (FIG. 30).

Ainda foi possível observar a diferença de coloração entre a matriz óssea pré-existente e o tecido ósseo neoformado, bem como a presença da linha cimentante entre eles.

O grau de formação óssea pareceu alcançar até o terceiro sulco em “V” do implante, sendo que, em algumas amostras, este crescimento ósseo ultrapassou esta área dos sulcos e se dirigiu para a região mais apical da cavidade cirúrgica.

Região Endosteal

Neste período observou-se um espessamento da camada endosteal, próximo aos sulcos em “V” do implante, onde notou-se um processo de osteogênese bastante estimulado.

A neoformação óssea proveniente do endóstio alcançou até o terceiro sulco em “V” do implante, sendo que, em algumas amostras, esta neoformação óssea se dirigiu para a região mais apical da cavidade cirúrgica (FIG. 31).

O tecido ósseo neoformado apresentou característica mais homogênea, quando comparado com o osso formado no período anterior, apresentando em seus espaços lacunares vasos sangüíneos que continha sistemas de Havers.

Ainda foi possível observar a linha cimentante entre a matriz óssea pré-existente e o tecido ósseo neoformado, com uma diferença de coloração entre ambos.

Região Medular

Pode-se observar, na região medular, uma predominância de tecido adiposo ricamente celularizado e pouca quantidade de células precursoras.

Em toda a extensão da região medular, notou-se a presença de tecido ósseo neoformado e vasos sangüíneos junto à interface osso/implante. Este tecido ósseo cresceu no sentido apical da cavidade cirúrgica preparada para receber o implante.

A porção apical da região medular apresentou algumas áreas com neoformação óssea e tecido conjuntivo fibroso, parecendo que esse osso formou-se a partir da região apical em direção à superfície do implante (FIG. 32).

Próximo à interface osso/implante, observou-se que o tecido medular apresentou células osteogênicas, núcleos de ossificação, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo fibroso, sendo possível notar o processo de osteocondução em boa parte da superfície do implante.

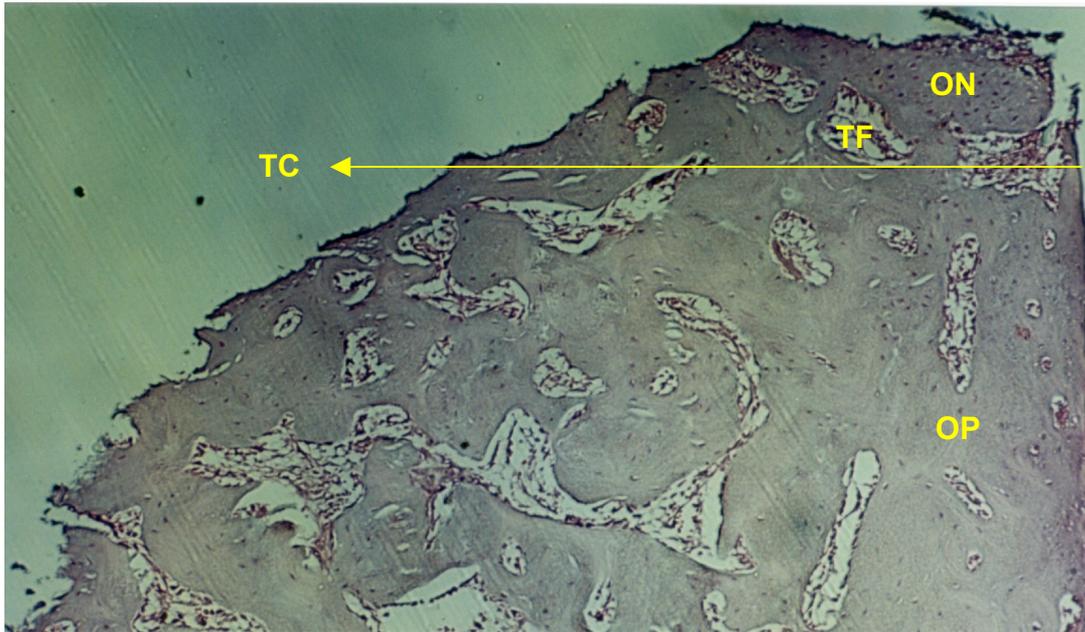


FIGURA 29. Sup. trat. ácido – 6 semanas de pós-operatório – Região periosteal – H. E. 6,3x. Nota-se a presença de um espessamento da camada osteogênica, com neoformação óssea (ON) sobre o osso cortical pré-existente (OP). Presença de tecido conjuntivo frouxo (TF) no interior do tecido ósseo neoformado (ON) e junto à interface osso/implante, presença de delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC).

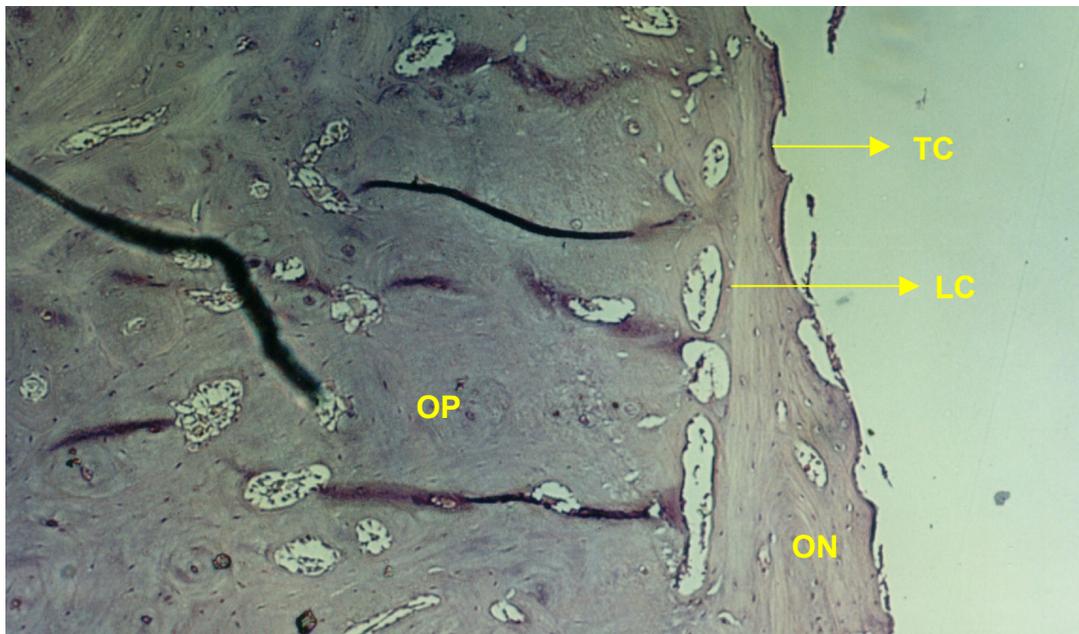


FIGURA 30. Sup. trat. ácido – 6 semanas de pós-operatório – Região de osso cortical – H. E. 6,3x. Pode-se observar a presença da linha cimentante (LC), entre o osso pré-existente (OP) e o osso neoformado (ON). Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante.

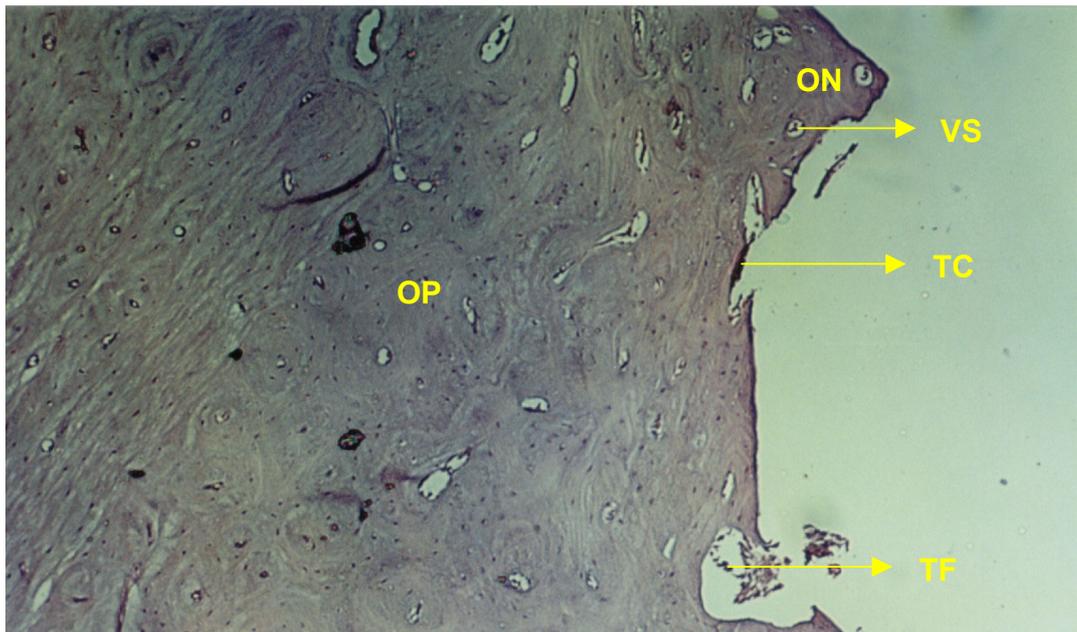


FIGURA 31. Sup. trat. ácido – 6 semanas de pós-operatório – Região endosteal – H. E. 6,3x. Presença de tecido ósseo neoformado (ON), contendo tecido conjuntivo frouxo (TF) e vasos sanguíneos (VS) em seus espaços lacunares. Presença de uma delgada camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante. Observa-se ainda a presença de osso pré-existente (OP).

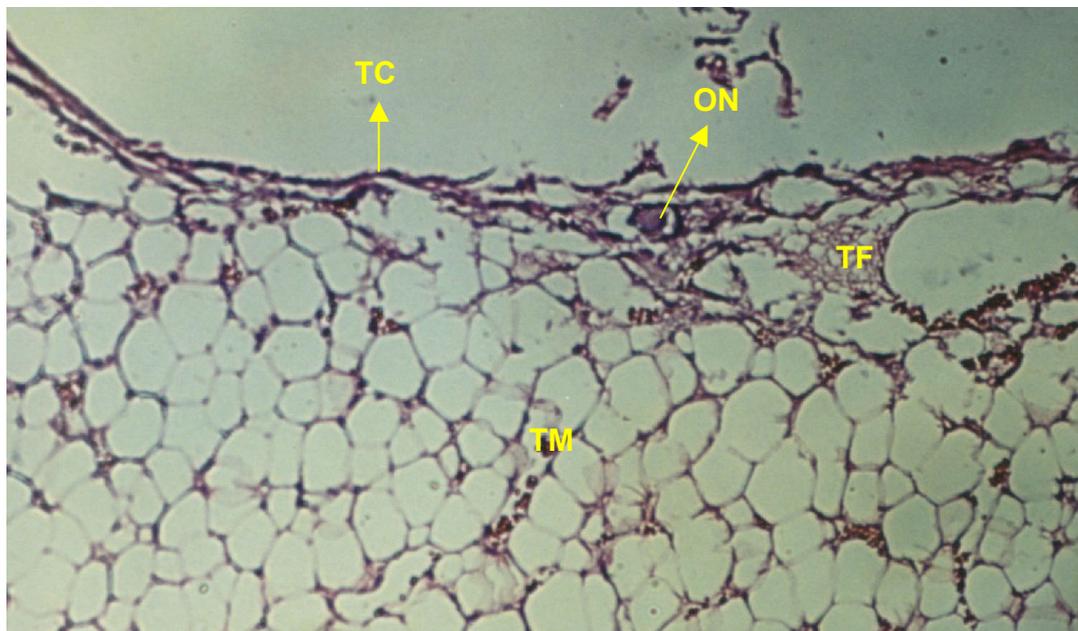


FIGURA 32. Sup. trat. ácido – 6 semanas de pós-operatório – Região medular – H. E. 6,3x. Nota-se a presença de tecido uma camada de tecido conjuntivo fibroso (TC) junto à interface osso/implante. Neste espaço, observa-se também que existe uma pequena neoformação óssea (ON) circundada por tecido conjuntivo frouxo (TF). Observa-se também, a presença de células do tecido medular (TM).

5.2. ANÁLISE HISTOMÉTRICA

Foi aplicada análise de variância em esquema fatorial, levando em consideração a formação óssea. Este efeito foi atribuído, na pesquisa, à utilização de diferentes superfícies e de tempos distintos de formação óssea (TAB. 2 e 3).

TABELA 2. Análise de variância em esquema fatorial (superfície x tempo).

FV	GL	SQ	QM	F	Pr > F
Superfície	2	45,06	22,53	0,60	0,5565
Tempo	1	61,63	61,63	1,64	0,2122
Su x Tempo	2	24,26	12,13	0,32	0,7268
Resíduo	24	900,40	37,51		
Total	29	1031,36			

FV = Fonte de variação
GL = Grau de liberdade
SQ = Soma do quadrado
QM = Quadrado médio
F = Teste F
Pr = Probabilidade

TABELA 3. Média e desvio padrão do número de células ósseas em função da superfície e do tempo de osseointegração.

Superfície	N. Observ.	Tempo			
		3 semanas		6 semanas	
		Média	Desvio Padrão	Média	Desvio Padrão
Usinada	5	25,20 Aa	4,32	28,20 Aa	4,43
Jateada	5	23,40 Aa	1,51	24,00 Aa	3,80
Ácida	5	22,80 Aa	10,13	27,80 Aa	8,19

Média, seguidas de letras iguais (maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas), não diferem entre si pela análise de variância ($p > 0,05$).

A análise de variância forneceu indícios de que não houve efeito significativo dos fatores principais (superfície e tempo) e da interação (superfície x tempo) sobre a formação óssea inter e intra-grupos pesquisados.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A utilização dos implantes como forma de reabilitação teve uma evolução muito grande desde a sua descoberta ao longo da história. Os princípios e cuidados com a técnica operatória sofreram refinamentos, as indicações ficaram mais precisas e a previsibilidade do resultado foi aumentada. Houve uma preocupação em vincular qualidade da técnica cirúrgica, características do sistema de implante e o resultado estético final, o que, para isso, incentivou uma série de estudos experimentais buscando melhorar ainda mais todos estes fatores.

Os estudos de BRÅNEMARK *et al.* (1969 e 1977) foram os pioneiros na observação da osseointegração e, posteriormente, estudos de SCHNITMAN & SHULMAN (1979), ALBREKTSSON *et al.* (1981), entre outros, contribuíram significativamente na evolução e indicação dos implantes.

Apesar da condição de osseointegração já ter ficado estabelecida, muitas vezes, características individuais do paciente alteravam os índices de sucesso. Isto foi observado, por exemplo, em áreas de pobre qualidade óssea e/ou quantidade óssea, estimulando a necessidade de selecionar melhor os casos que deveriam ser reabilitados por implantes (ENGQUIST *et al.*, 1988; ADELL *et al.*, 1990). Devido à esta situação clínica avaliada, os estudos procuraram determinar fatores que possibilitassem aumentar os índices de sucesso. Uma das formas pesquisadas foi a alteração da superfície do implante.

O tratamento da superfície do implante começou na década de 80, com maior intensidade na sua segunda metade. Vários estudos puderam confirmar que alterando a textura superficial dos implantes, ocorre influência na deposição óssea (THOMAS & COOK, 1985; BUSER *et al.* 1991; SMITH *et al.*, 1991; SHWARTZ *et al.*, 1996; KLOKKEVOLD *et al.*, 2001).

O nosso trabalho avaliou implantes endósseos de titânio com superfícies diferentes. A superfície usinada obteve resultados melhores do que as outras duas superfícies, apresentando, no período de 3 semanas de pós-operatório, 25,2% de células ósseas no tecido neoformado, e no período de 6 semanas, foi observado 28,2%, dados estes avaliados pela análise histométrica. Quando observamos a literatura, poucos artigos vão de encontro com estes resultados. ROYNESDAL *et al.* (1998), pela análise radiográfica e exame físico local (torque, percussão e *periotest*), observaram em seu estudo clínico prospectivo que os implantes com superfície usinada obtiveram melhores resultados quando comparados com os outros dois tipos, que foram os revestidos por hidróxiapatita e jateados por plasma spray de titânio. Autores como BOWERS *et al.* (1992), WENNERBERG *et al.* (1997) e COCHRAN *et al.* (1998) observaram que as superfícies com irregularidades superficiais promoveram maior contato ósseo e, portanto, obtiveram maiores índices de sucesso do que a superfície usinada que foi utilizada nos estudos.

A superfície jateada por plasma spray de titânio obteve o segundo melhor resultado no período de avaliação inicial de 3 semanas, com 23,4%,

porém, quando analisada no período de 6 semanas pós-operatório, quase que não houve mudanças, alcançando a faixa de 24%. Este resultado entra em contradição com diversos estudos. FEIGHAN *et al.* (1995) comparando superfícies usinadas e jateadas, tiveram melhores resultados biomecânicos e formação óssea mais rápida e de melhor qualidade com a superfície jateada. Da mesma forma, KLOKKEVOLD *et al.* (2001) puderam observar que a superfície jateada por plasma spray de titânio teve maior contato ósseo e melhor ancoragem. Em outro estudo, LUMBIKANONDA & SAMMONS (2001), que avaliaram cinco superfícies de implantes, e concluíram que aquela com jateamento por plasma spray de titânio, teve uma mais rápida chegada celular, acelerando o processo de osseointegração.

Entretanto, TOREZAN (1998), avaliando histológica e biomecanicamente dois tipos diferentes de superfície de implantes de titânio comercialmente puros (usinada e rugosa por jateamento com sílica), com sistema de implantes igual ao utilizado em nosso estudo, também não verificaram diferenças estatisticamente significantes no processo de osseointegração. Neste estudo, houve também presença de algumas áreas de tecido conjuntivo na interface tecido ósseo-implante.

A superfície que recebeu o tratamento ácido teve como resultado, no período inicial de 3 semanas de pós-operatório, 22,8%, ou seja, o menor índice entre as superfícies estudadas neste período. Apesar disso, no período de 6 semanas, obteve uma taxa de 27,8%, ultrapassando os valores da superfície

jateada por plasma spray de titânio, ficando atrás da superfície usinada. O tratamento da superfície do implante com ácidos, tem sido o mais atualmente estudado e com ótimos resultados encontrados na literatura. CORDIOLI *et al.* (2000) observaram que a superfície com ataque ácido duplo (ácido hidrófluorídrico e sulfúrico), obtiveram melhores resultados biomecânicos e morfométricos, o mesmo ocorrendo no estudo de ABRAHAMSSON *et al.* (2001), que observaram uma maior superfície de contato ósseo nos implantes com tratamento ácido.

A preparação da superfície do implante, muitas vezes não é realizada exatamente da mesma maneira (padronizada), variando entre indústrias, o que pode gerar diferenças nos resultados finais. O tipo de limpeza superficial, a remoção de contaminantes e o método de esterilização também têm influência sobre a superfície do implante e, conseqüentemente, na resposta tecidual (BAIER, 1988; ALBERGARIA-BARBOSA, 2000; PARK & DAVIES, 2000; SYKARAS, 2000).

Mesmo com os estudos de SMITH *et al.* (1991), SHWARTZ *et al.* (1996) e LI *et al.* (2001), relatando melhores resultados quando ocorre modificação da superfície, aumentando a sua rugosidade, nem sempre são os fatores fundamentais para a osseointegração. No nosso trabalho, mesmo utilizando diferentes superfícies, o resultado histométrico foi melhor, em ambos os períodos avaliados, para a superfície usinada. Apesar de melhores resultados para esta superfície, estatisticamente não houve diferenças entre as três superfícies estudadas, nem entre si, nem em relação ao tempo avaliado.

Isto pode ser entendido, ao nosso ver, por dois fatores fundamentais. O primeiro foi a observação e aplicação de uma técnica cirúrgica adequada, com um mínimo de trauma no leito receptor do implante, o que permitiu uma excelente resposta tecidual, independente do tipo superficial utilizado. Outro fator que pode ter contribuído para com nossos resultados foi o tipo de osso utilizado (tíbia de coelho), que corresponde ao osso tipo II (osso cortical espesso com cavidade medular), pois segundo JAFFIN & BERMAN (1991), a qualidade do tecido ósseo influencia o sucesso de um implante, e esse tipo de osso mostra-se favorável ao sucesso da osseointegração.

O resultado histológico indica boas respostas teciduais, pois não houve reação inflamatória próxima à interface osso-implante e o estabelecimento, quase que na grande maioria das lâminas observadas de contato ósseo direto. O tecido conjuntivo observado na interface deveria, com o aumento do período de observação (42 dias), ser substituído por tecido ósseo, o que em algumas lâminas isto não foi observado. Ainda, a neoformação óssea nas regiões dos sulcos dos implantes ocorreu e, segundo TOREZAN & ALBERGARIA-BARBOSA (1998), estes sulcos atuam como centros de ossificação. Em algumas lâminas, houve a neoformação óssea na região medular-apical do implante (FIG. 16), porém, isto pode ser explicado pela técnica de inserção do implante, que entrava sob pressão no orifício ósseo, ocasionando deslocamento de pequenos fragmentos ósseos não vitais, embora estes orifícios tivessem sido abundantemente irrigados antes da inserção dos implantes.

Um outro resultado interessante é que também houve formação óssea cobrindo toda a região do colar do implante, na região periosteal avaliada (FIG. 17 e 21), porém, provavelmente pela utilização do dispositivo “bate implante”, pode ser que, em alguns casos, o implante inserido foi um pouco abaixo da região do colar, o que permitiu este crescimento da cortical óssea, cobrindo-o.

A literatura mundial, que tanto nos ajuda divulgando os resultados clínicos e experimentais dos diversos sistemas de implantes existentes atualmente no mercado, deve ser estudada com critérios. Como a tecnologia utilizada na fabricação dos implantes é alta, a confirmação experimental dos índices de sucesso deve ser evidenciada, ganhando bases para a sua indicação na prática diária. O que por um lado é uma vantagem, por outro, pode fugir do seu caráter científico, deixando seu lado comercial superficializar nas entrelinhas. Muitas informações são reunidas defendendo um determinado sistema de implante, porém, os próprios pesquisadores fazem parte da equipe que utiliza o referido sistema.

As bases biológicas já foram, há muito tempo, descobertas e difundidas. Estas tecnologias hoje disponíveis são métodos auxiliares para a utilização nos casos de pobre qualidade óssea ou áreas associadas às reconstruções por enxerto (aumentar superfície de contato e acelerar neoformação óssea). Em condições normais e utilizando este sistema de implante, nosso estudo evidenciou que não houve diferenças entre as superfícies.

7. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que:

1. Nos períodos avaliados de 3 e 6 semanas, houve uma melhor formação óssea para o grupo de implantes com superfície usinada, porém, sem diferenças estatísticas significantes entre os outros dois grupos avaliados.

2. Pela análise histológica, a qualidade da resposta tecidual óssea não diferiu entre as superfícies analisadas. O grupo com superfície de plasma spray de titânio apresentou-se com maior deposição óssea na região medular, principalmente no período de 3 semanas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

ABRAHAMSSON, I. *et al.* Bone and soft tissue integration to titanium implants with different surface topography: an experimental study in the dog. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.16, n.3, p.323-332, 2001.

ADELL, R. *et al.* A longterm follow-up study of osseointegrated implants in the treatment of totally edentulous jaws. **Int J Oral Maxillofac Implants.**, Lombard, v.5, n.4, p.347-359, winter, 1990.

ALBERGARIA-BARBOSA, J.R. – **Análise microestrutural de cinco diferentes marcas comerciais de implantes de titânio comercialmente puro.** Piracicaba, 2000, 146p. Tese de Livre-Docência. Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp.

ALBREKTSSON, T. *et al.* Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. **Acta Orthop Scand.**, Oslo, v. 52, n. 2, p.155-70, 1981.

* Baseada na NBR-6023 de ago. de 2000, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Abreviatura dos títulos dos periódicos em conformidade com o MEDLINE.

ALBREKTSSON, T. *et al.* The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.1, p.11-25, 1986.

ALBREKTSSON, T. *et al.* Osseointegrated oral implants: A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobel-Pharma implants. **J Periodontol.**, Chicago, v.59, n.5, p.287-296, May, 1988.

BAIER, R. E.; MEYER, A. E. Implant surface preparation. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.3, n.1, p.9-21, 1988.

BOWERS, K. T. *et al.* Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.7, n.3, p.302-310, 1992.

BRÅNEMARK, P. I. *et al.* Intraosseus anchorage of dental prostheses. I – experimental studies. **Scand J Plast Reconstr Surg.**, Stockholm, v.3, n.3, p.81-100, 1969.

BRÅNEMARK, P. I. *et al.* **Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw: experience from a 10-year period.** Stockholm, Almqvist & Wiksell, 1977, p. 455.

BRÅNEMARK, P. I. *et al.* Introduction to osseointegration. *In: Tissue integrated prostheses. Osseointegration in clinical dentistry.* Chicago, Quintessence, 1985, p. 1-6.

BUSER, D. *et al.* Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. **J Biomed Mater Res.**, New York, v.25, n.7, p.889-902, 1991.

BUSER, D. *et al.* Interface shear strength of titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a biomechanical study in the maxilla of miniature pigs. **J Biomed Mater Res.**, New York, v.45, n.2, p.75-83, 1999.

CARLSSON, L. *et al.* Removal torques for polished and rough titanium implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.3, n.1, p.21-24, 1988.

COCHRAN, D. L. *et al.* Evaluation of an endosseous titanium implant with a sandblasted and acid-etched surface in the canine mandible: radiographic results. **Clin Oral Implant Res.**, Copenhagen, v.7, n.3, p.240-252, 1996.

COCHRAN, D. L. *et al.* Bone response to unloaded and loaded titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a histometric study in the canine mandible. **J Biomed Mater Res.**, New York, v.40, n.1, p.1-11, 1998.

CORDIOLI, G. *et al.* Removal torque and histomorphometric investigation of 4 different titanium surfaces: an experimental study in the rabbit tibia. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.5, p.668-674, 2000.

ENGQUIST, B. *et al.* A retrospective multicenter evaluation of osseointegrated implants supporting overdentures. **Int J Oral Maxillofac Implants.**, Lombard, v.3, n.2, p.129-134, summer, 1988.

ERIKSSON, A. R.; ALBREKTSSON, T. Temperature threshold levels for heat induced bone tissue injury: a vital-microscopic study in the rabbit. **J Prosthet Dent.**, Saint Louis, v.50, n.1, p.101-107, 1983.

FEIGHAN, J. E. *et al.* The influence of surface-blasting on the incorporation of titanium-alloy implants in a rabbit intramedullary model. **J Bone and Joint Surg Am.**, Boston, v.77-A, n.9, p.1380-1395, Sep, 1995.

GOTFREDSEN, K. *et al.* Anchorage of TiO₂-blasted, HA-coated, and machined implants: an experimental study with rabbits. **J Biomed Mater Res.**, New York, v.29, n.10, p.1223-1231, 1995.

JAFFIN, R.A.; BERMAN, C.L. –The excessive loss of Brånemark fixtures in type IV bone: a 5-years analysis. **J Periodont.**, Chicago, n.62, p. 2-4, 1991.

JOHANSSON, C.; ALBREKTSSON, T. Integration of screw implants in the rabbit: a 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. **J Oral Maxillofac Implants.**, Lombard, v.2, n.2, p.69-75, 1987.

KLOKKEVOLD, P. R. *et al.* Early endosseous integration enhanced by dual acid etching of titanium: a torque removal study in the rabbit. **Clin Oral Implant Res.**, Copenhagen, v.12, n.4, p.350-357, 2001.

KOHN, D.H. Overview of factors important in implant design. **J Oral Implantol.**, Lawrence, v.18, p.204-219, 1992.

LANGER, B. *et al.* The wide fixture: A solution for special bone situations and a rescue for the compromised implant. Part I. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.8, n.4, p.400-408, 1993.

LI, D. H. *et al.* Improvement of osseointegration of titanium dental implants by a modified sandblasting surface treatment: an *in vivo* interfacial biomechanics study. **Implant Dent.**, Baltimore, v.8, p.289-294, 1999.

LI, D. H. *et al.* Effects of a modified sandblasting surface treatment on topographic and chemical properties of titanium surface. **Implant Dent.**, Baltimore, v.10, n.1, p.59-64, 2001.

LUMBIKANONDA, N.; SAMMONS, R. Bone cell attachment to dental implants of different surface characteristics. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.16, n.5, p.627-636, 2001.

MASSONE, F. **Anestesiologia veterinária**. Farmacologia e técnicas. 2 ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1994. p.105-110.

MISCH, C. E. Divisions of available bone in implant dentistry. **Int J Oral Implantol.**, Lombard, v.7, n.1, p.9-17, 1990.

MORSE, A. Formic-acid-sodium citrate decalcification and butyl alcohol dehydration of teeth and bones for sectioning in paraffin. **J Dent Res.**, Washington, v.24, p.143-153, 1945.

ORSINI, G. *et al.* Surface Analysis of machined versus sandblasted and acid-etched titanium implants. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.6, p.779-784, 2000.

PARK, J.Y.; DAVIES, J.E. Red blood cell and platelet interactions with titanium implant surfaces. **Clin Oral Implant Res.**, Copenhagen, v.11, p.530-539, 2000.

PIMENTA, J.; CASTRO, F. Chemical modification of pure titanium surfaces for oral implants. **Implant Dent.**, Baltimore, v.8, n.1, p. 86-89, 1999.

ROBERTS, E. *et al.* Osseous adaptation to continuous loading of rigid endosseous implants. **Am J Orthod.**, Saint Louis, v.86, n.2, p.95-111, 1984.

ROBERTS, E. *et al.* Bone physiology and metabolism. **J Calif Dent Assoc.**, San Francisco, v.15, n.10, p.54-61, 1987.

ROYNESDAL, A. *et al.* A comparative clinical study of three different endosseous implants in edentulous mandibles. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.13, n.4, p.500-505, 1998.

SANZ, A. R. *et al.* Experimental study of bone response to a new surface treatment of endosseous titanium implants. **Implant Dent.**, Baltimore, v.10, n.2, p.126-130, 2001.

SATOMI, K. *et al.* Bone-implant interface structures after non tapping and tapping insertion of screw-type titanium alloy endosseous implants. **J Prosthet Dent.**, Saint Louis, v.59, p.339-342, 1988.

SCHNITMAN, P. A.; SHULMAN, L.B. **Dental implants: benefits and risk.** An NIH Harvard consensus development conference U.S. Dept. of Health and Human Services, 1979, p.1-351.

SCHWARTZ, Z. *et al.* Effect of titanium surface roughness on chondrocyte proliferation, matrix production, and differentiation depends on the state of cell maturation. **J Biomed Mater Res.**, New York, v.30, n.2, p.145-155, 1996.

SMITH, D. C. *et al.* Dental implant materials. I – Some effects of preparative procedures on surface topography. **J Biomed Mater Res.**, New York, v.25, n.9, p.1045-1068, 1991.

SPIEKERMANN, H. **Implantology.** Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1995, 388p.

SULLIVAN, R. Implant dentistry and the concept of osseointegration: a historical perspective. **J Calif Dental Assoc.**, San Francisco, v.29, n.11, p.737-745, 2001.

SYKARAS, N. *et al.* Implant materials, designs and surface topographies: their effect on osseointegration. A literature review. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.15, n.5, p.675-690, 2000.

TOREZAN, J.F.R. – **Estudo comparativo entre dois tipos de superfícies de implantes cilíndricos de titânio. Análise histológica e biomecânica em tibia de coelhos.** Piracicaba, 1998, 145 p. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica – Área de Cirurgia Buco-Maxilo-Facial) Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp.

TOREZAN, J.F.R.; ALBERGARIA-BARBOSA, J.R. – Estudo comparativo entre dois tipos de superfícies de implantes cilíndricos de titânio. Análise histológica e biomecânica em tibia de coelhos. **Informe Sistema INP**, São Paulo, v.3, n.3, p. 2, 1998.

TESTORI, T. *et al.* A prospective multicenter clinical study of the osseotite implant: four-year interim report. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.16, n.2, p.193-200, 2001.

THOMAS, K. A.; COOK, S. D. An evaluation of variables influencing implant fixation by direct bone apposition. **J Biomed Mater Res.**, New York, v.19, n.8, p.875-901, 1985.

WENNERBERG, A. *et al.* A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. **Clin Oral Implant Res.**, Copenhagen, v.6, n.1, p.24-30, 1995.

WENNERBERG, A. *et al.* A 1-year follow-up of implants of differing surface roughness placed in rabbit bone. **Int J Oral Maxillofac Implants**, Lombard, v.12, n.4, p.486-494, 1997.

WORTHINGTON, P. *et al.* **Osseointegration in Dentistry – An Introduction.** Illinois, Quintessence, 1994, 135p.

APÊNDICE



Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Biologia

CEEA-IB-UNICAMP

Comissão de Ética na Experimentação Animal CEEA-IB-UNICAMP

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 276-1, sobre "Estudo comparativo de três tipos de superfícies de implantes alodricos de titânio. Análise Histológica, Histométrica e ..." sob a responsabilidade de DR. JOE DIANDO DE ALBUQUERQUE BARBOSA está de acordo com os Princípios Éticos na Experimentação Animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA), tendo sido aprovado pela Comissão de Ética na Experimentação Animal (CEEA)-IB-UNICAMP em reunião de 02/08/2001.

CERTIFICATE

We certify that the protocol nº 276-1, entitled "Comparative study of three surfaces of alodric titanium implants. Histologic, Histometric e Biomechanical analysis" is in agreement with the Ethical Principles for Animal Research established by the Brazilian College for Animal Experimentation (COBEA). This project was approved by the institutional Committee for Ethics in Animal Research (State University of Campinas - UNICAMP) on 02/08/2001.

(d) (m) (y)

Campinas, 02 de agosto de 2001.


Profa. Dra. Alba R. M. Souza Brito
Presidente - CEEA/IB/UNICAMP


Prof. Dr. Armando Ferreira Lima
Secretário - CEEA/IB/UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE BIOLOGIA
CIDADE UNIVERSITÁRIA ZEFERINO VAZ
CEP-13 081-970 - CAMPINAS - SP - BRASIL

TELEFONE 55 19 37887116
FAX 55 19 32893124