

UNIVERSIDADE ANHANGUERA DE SÃO PAULO
Programa de Pós-Graduação em Biomateriais
Biomateriais em Odontologia

GUSTAVO VARGAS DA SILVA SALOMÃO

**AVALIAÇÃO DA OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES COM SUPERFÍCIE
NANOESTRUTURADA DE 3º GERAÇÃO: ESTUDO EM RATOS WISTAR**

SÃO PAULO
2014

UNIVERSIDADE ANHANGUERA DE SÃO PAULO
GUSTAVO VARGAS DA SILVA SALOMÃO

**AVALIAÇÃO DA OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES COM SUPERFÍCIE
NANOESTRUTURADA DE 3º GERAÇÃO: ESTUDO EM RATOS WISTAR**

Dissertação apresentada ao Programa de
Biomateriais da Universidade Anhanguera
de São Paulo para obtenção do título de
Mestre em Biomateriais:
Área de concentração:
Biomateriais em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Camillo Anauate Netto

Co- orientador: Prof. Dr. Fábio Dupart Nascimento

SÃO PAULO

2014

S17a	<p>Salomão, Gustavo Vargas da Silva Avaliação da osseointegração de implantes com superfície nanoestruturada de 3ª geração: estudo em ratos wistar. / Gustavo Vargas da Silva Salomão. – São Paulo, 2014. 78 f ; il. ; 30 cm</p>
	<p>Dissertação de Mestrado em Biomateriais em Odontologia, – Coordenadoria de Pós- graduação, Universidade Anhanguera de São Paulo, 2014.</p>
	<p>Orientador: Prof. Dr. Camillo Anauate Netto Co-orientador: Prof. Dr. Fábio Dupart Nascimento</p>
	<p>1. Implantes odontológicos. 2. Tratamento de superfície. 3. Superfície nanoestruturada. I. Título. II. Universidade Anhanguera de São Paulo.</p>
	CDD 617.693

FOLHA DE APROVAÇÃO

SALOMÃO, G.V.S. Avaliação da osseointegração de implantes com superfície nanoestruturada de 3º geração: Estudo em ratos Wistar. Dissertação apresentada ao Programa de Biomateriais da Universidade Anhanguera de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Biomateriais em Odontologia.

Aprovado em: 13/08/2014

Banca Examinadora

Prof. Dr. Camillo Anauate Netto
Instituição: Universidade Anhanguera de São Paulo
Assinatura: _____

Prof. Dr. Ricardo Amore
Instituição: Universidade Anhanguera de São Paulo
Assinatura: _____

Paulo Henrique Braz da Silva
Instituição: Universidade de São Paulo
Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, pela compreensão, ajuda e paciência, em todas as etapas e por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim;

Aos meus amigos e colegas pelo incentivo e pelo apoio constante;

A todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, me ajudando a concluir mais uma etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao Prof. Dr. Camillo Anauate Netto, por sua orientação, competência, bom senso, grande conhecimento e ajuda em todos os momentos da elaboração deste trabalho, estando sempre à disposição para tudo que foi preciso;

Ao Prof. Dr. Fábio Dupart Nascimento, por seu amplo conhecimento e ensinamentos que ajudaram em todas as etapas do curso;

Aos colegas Ivair Donizeti Gonçalves, Fabiana Barbara Piveta Flores, Prof. Dra. Marcela Rocha de Oliveira Carrilho e Prof. Dr. Paulo Celso Pardi, por toda a dedicação e atenção em todos os momentos que foram solicitados para ajuda na fase laboratorial do trabalho;

A todos meus colegas de mestrado que me apoiaram nos momentos em que mais precisei;

Aos professores do Mestrado de Biomateriais em Odontologia da Universidade Anhanguera de São Paulo, merecedores do meu carinho e admiração por tanto esforço conjunto em prol de um ideal;

A todos meus colegas de trabalho que tiveram muita paciência nos momentos que tive que me ausentar para estar no curso.

Muito Obrigado!

RESUMO

Antigamente os implantes odontológicos eram chamados de puros (TiCP), possuíam suas superfícies usinadas e eram instalados somente em regiões anteriores de maxila e mandíbula, devido a menor carga mastigatória quando comparados com os dentes posteriores. Os resultados não muito satisfatórios em longo prazo e o fato da demora nos tratamentos fizeram com que os implantes dentários fossem muito pesquisados. Com o avanço das pesquisas, soube-se que as superfícies dos implantes apresentavam um papel fundamental na qualidade da osseointegração e na velocidade dos tratamentos, possibilitando também maior rapidez na resolução protética. Este trabalho "in vivo", que utilizou ratos Wistar, teve o objetivo de avaliar histomorfometricamente uma nova superfície de implantes odontológicos nanoestruturados. Para este estudo foram utilizados 09 animais distribuídos em 03 grupos, sendo que para cada grupo foi aplicado um tempo diferenciado para a remoção e avaliação das amostras (14, 28 e 56 dias). Cada animal recebeu 03 implantes em seu fêmur esquerdo, cada um com um tratamento de superfície diferente: sem tratamento, com tratamento de duplo ataque ácido térmico e com tratamento de superfície nanoestruturada de 3^o geração, totalizando 27 implantes. Após o término dos períodos planejados, os animais foram sacrificados e os implantes cortados e corados para posterior análise microscópica da osseointegração na região de interface implante-osso. Os resultados mostraram um considerável aumento tanto na regeneração quanto na qualidade óssea dos implantes nanoestruturados após 28 dias quando comparado aos demais grupos.

Palavras-chave: Tratamento de superfície; Superfície nanoestruturada; Implantes odontológicos.

ABSTRACT

In the old times odontologic implants were used in his pure (TiCP) form with surfaces machined and were installed only on the anterior surface of the maxilla and mandible. This preference it was due to a minor masticatory strength in comparison to posterior teeth. However, the results were not good enough in a long term and ended up result in a delay in treatment. These clinical problems motivated the increased interest in this research field. It did not take long for the new data proving the importance of the implants surface on osseointegration and in the treatment time and decreased time on prosthetic rehabilitation. This work “in vivo”, using Wistar rats aimed to evaluate by hystomorphometry a new surface of nanostructured odontologic implants. In this study were used 09 animal shared in 03 groups. Each group had a different time set to remove and evaluate the samples (14, 28 and 08 days). The animals received 03 implants each with different surface type in its left femur: without treatment, double thermic acid attack treatment and 3° generation nanostructured surface, totaling 27 implants. After the end of scheduled periods, the animals were sacrificed and the implants cut and stained. The stained slices were then microscopic evaluated in the interface implant-bone tissue as it osseointegration. The results show a considerable increase in both bone regeneration and bone quality in the nanostructured implants after 28 days compared with other groups.

Keywords: Surface treatment; Nanostructured surface; Implant odontologic.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3 - PROPOSIÇÃO.....	36
4 - MATERIAL E MÉTODO.....	37
4.1 - MATERIAL.....	37
4.1.1 - Animal.....	37
4.1.2 - Implantes.....	37
4.1.3 - Instrumentais.....	38
4.1.4 - Medicações.....	38
4.1.5 - Descartáveis.....	38
4.1.6 - Manutenção dos animais.....	39
4.1.7 - Material para fixação e desidratação das amostras.....	39
4.1.8 - Material para corte e análise das amostras.....	39
4.2 - MÉTODO.....	39
4.2.1 - Manuseio inicial dos animais.....	39
4.2.2 - Implantes confeccionados para os animais.....	40
4.2.3 - Preparo pré-operatório dos animais.....	42
4.2.4 - Procedimento cirúrgico.....	43
4.2.5 - Períodos de estudo.....	46
4.2.6 - Histórico pós-cirúrgico.....	47
4.2.7 - Preparo para o processamento histológico.....	47
5 - RESULTADOS.....	49
5.1 - Superfície sem nenhum tratamento.....	49
5.2 - Superfície tratada com duplo ataque ácido térmico.....	51
5.3 - Superfície nanoestruturada de 3º geração.....	53
6 - DISCUSSÃO.....	55
7 - CONCLUSÃO.....	58
8 - REFERÊNCIAS.....	59
ANEXOS.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TiCP	-	Titânio Comercialmente Puro
BIC	-	Bone Implant Contact (Contato osso/Implante)
HA	-	Hidroxiapatita
P	-	Fósforo
SIN	-	Sistema de Implante
µm²	-	Micrometro Quadrado
µm	-	Micrometro
mm	-	Milímetro
SLA	-	Sandblasted Acid-etched (Jateamento com areia condicionado com ácido)
TPS	-	Plasma de titânio
MEV	-	Microscopia Eletrônica de Varredura
UV-C	-	Radiação Ultra Violeta
COBEA	-	Colégio Brasileiro de Experimentação Animal
ANILAB	-	Animais de laboratório
µl	-	Microlitros
gr	-	Gramas
ml	-	Mililitros

LAFE - Laboratório de Farmacologia Experimental

CONCEA - Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Implantes fornecidos pela SIN – Sistema de Implantes, exclusivos para o trabalho.....	41
Figura 2 – Tricotomia da região do fêmur esquerdo.....	42
Figura 3 – Exposição do tecido ósseo para preparo do alvéolo cirúrgico.....	43
Figura 4 – Perfurações para a criação do alvéolo cirúrgico.....	44
Figura 5 – Inserção dos implantes no tecido ósseo.....	44
Figura 6 – Implantes instalados no tecido ósseo.....	45
Figura 7 – Sutura da ferida cirúrgica.....	46
Figura 8 – Amostra após ser cortada na máquina.....	48
Figura 9 – Amostra após ser destacada.....	48
Figura 10 – Implante sem tratamento de superfície.....	50
Figura 11 – Implante tratado com duplo ataque ácido térmico.....	52
Figura 12 – Implante nanoestruturado de 3º geração.....	54

1 - INTRODUÇÃO

Os trabalhos iniciais com implantes odontológicos começaram a ser desenvolvidos pelo professor Branemark e sua equipe há mais de 40 anos, no qual os implantes eram de Titânio comercialmente puros (TiCP) com superfícies usinadas (Branemark et al., 1969; Albrektsson et al., 1981).

Estes implantes após a usinagem apresentavam-se com a sua superfície lisa. Com a evolução dos trabalhos científicos na área da Implantodontia, começou-se a usar os implantes dentários com rugosidades de até 1,5 micrômetros (Groisman; Vidigal-Jr, 2005; Elias et al., 2008).

Os implantes eram instalados na região anterior da mandíbula ou maxila, unidos para uma melhor distribuição das cargas mastigatórias e utilizados para reabilitações de pacientes edentados totais. A alta taxa de sucesso dessa modalidade de tratamento levou a uma extrapolação da técnica e a partir de certo momento, passou-se a utilizar implantes osseointegrados para reabilitações de pacientes edentados parciais através de próteses parciais fixas ou unitárias. Com isso passou-se a instalar implantes em regiões de pior qualidade óssea, como a região posterior de maxila. As altas taxas de sucesso observadas anteriormente em estudos de longo prazo, com as superfícies usinadas, já não eram observadas. Aliado a isso, a busca por tempo de cicatrização cada vez menor, contribuiu para o estímulo à pesquisa e ao desenvolvimento de novas superfícies de implantes (Groisman; Vidigal-Jr, 2005).

A superfície do implante está diretamente ligada com a qualidade e a velocidade da osseointegração, devido a sua morfologia estar relacionada com o comportamento celular. Com o objetivo de reduzir o tempo de tratamento e aumentar a área de contato entre o osso e o implante, bone implant contact (BIC), as superfícies dos implantes começaram a ser tratadas (Wennerberg et al., 1995).

O sucesso do tratamento com implantes dentários está fortemente relacionado com o fenômeno da osseointegração, que foi definida como uma

conexão estrutural e funcional direta entre o tecido ósseo e a superfície do implante submetido à carga (Adell et al., 1981; Branemark et al., 2001).

Este fenômeno da osseointegração ocorre a partir do momento em que a camada de oxido de Titânio entra em contato com o coágulo sanguíneo presente no microambiente perimplantar. Desta forma, haverá uma interação inicial caracterizada pela adesão de plaquetas e fibrinogênio na superfície mais externa do implante, normalmente revestida por uma camada de óxido de Titânio. Em seguida, ocorre uma diferenciação celular, resultando na formação de uma rede de fibrina. Assim a adesão das células osteogênicas ocorre em uma camada de óxido de Titânio modificada pelas células sanguíneas. Após a aposição de células sobre a superfície do implante, a deposição e posterior mineralização de matriz óssea é iniciada. (Davies, 1998; Terheyden et al., 2011)

O sucesso da osseointegração depende de dois fenômenos que são: Estabilidade primária e Estabilidade secundária (Skalak, 1983; Buser et al., 1991). A estabilidade primária determina a resistência mecânica do implante no momento de sua instalação (contato entre a rosca do implante e o tecido ósseo) (Meredith, 1998), já a estabilidade secundária, diz respeito a capacidade do implante se manter estável após a deposição e regeneração do tecido vivo perimplantar. O estabelecimento desta depende de fatores como a estabilidade primária, a fisiologia local e o tipo de superfície (Cochran et al., 1998).

Os mecanismos biológicos referentes à deposição óssea podem ser influenciados por diversas características dos implantes dentários, incluindo a composição química (Palmquist et al., 2010) e a topografia da superfície dos implantes (Le Guéhennec et al., 2007; Wennerberg; Albrektsson, 2009).

As características químicas das superfícies dizem respeito à energia de superfície e à carga. Uma alta energia de superfície permite que o implante tenha um alto potencial para adsorção de íons e moléculas tornando o processo de osseointegração mais rápido. Isto determina se a superfície é hidrofílica ou hidrofóbica, ou seja, implantes com alta energia de superfície devem, pelo menos em teoria, apresentar uma osseointegração mais forte do que implantes com baixa

energia de superfície, devido a melhor adsorção de proteínas. Outro fator importante diz respeito a topografia dos implantes dentários, que compreendem sua rugosidade e orientação das irregularidades superficiais (Brandão et al., 2010).

Diversos estudos demonstraram que a resposta óssea é influenciada pela topografia da superfície do implante e sua rugosidade leva a um forte contato entre o osso e o implante (BIC) (Wennerberg et al., 1995).

Após diversas pesquisas científicas, observou-se que as superfícies dos implantes dentários quando tratadas apresentavam uma melhor qualidade e maior velocidade de osseointegração, melhorando o prognóstico deste tratamento para os pacientes, devido a estes tratamentos resultarem em um conseqüente aumento da área de contato osso/implante (BIC) (Wennerberg et al., 1995).

Estes processos de tratamentos de superfícies de implantes dentários podem ser divididos em dois métodos: Método de adição, quando é acrescentado algo na superfície do implante, ou Método de subtração, quando é removida parte da camada superficial destes implantes. As técnicas de adição começaram quando foi adicionada hidroxiapatita (HA) à superfície do implante (Groisman; Vidigal-Jr, 2005). O objetivo deste processo era buscar uma ligação química entre o implante recoberto com HA e o tecido mole. Porém este método vem caindo em desuso devido a este apresentar um alto custo de fabricação e pelo fato de alguns estudos in vivo (Gottlander et al., 1992; Vidigal-Jr et al., 1999), demonstrarem que havia o destacamento da camada de HA do corpo do implante.

Outro método bastante comum de adição é da aspensão térmica por plasma, em que uma chama ionizada de um gás é aquecida a temperaturas muito altas, e partículas aquecidas do material de recobrimento são lançadas em alta velocidade contra o corpo do implante; após o contato com o corpo do implante, essas partículas se resfriam e solidificam-se, e a superfície adquire um aspecto de lava vulcânica solidificada (Brandão et al., 2010).

Outra técnica de adição é a chamada de metalurgia do pó, onde partículas esféricas de Titânio são prensadas contra o corpo do implante (Groisman; Vidigal-Jr, 2005).

Uma abordagem alternativa para a modificação da microtopografia da superfície dos implantes é a oxidação anódica ou anodização, largamente utilizadas pela Nobel Biocare(TiUnite). Neste processo o implante é colocado em uma célula eletroquímica servindo como anodo. Quando um potencial elétrico é aplicado à amostra, ele gera reações de transferência de carga e íons resultando no fluxo contínuo destes íons na célula elétrica. Sob condições controladas, o campo elétrico guiará o processo de oxidação que ocorrerá no anodo (implante), que resultará no aumento da espessura da camada de óxido de Titânio (Groisman; Vidigal et al, 2005). O aumento da espessura desta camada, além da adição de outros elementos químicos como o fósforo (P), potencializa o processo da osseointegração (Brandão et al., 2010).

No caso dos métodos de subtração, para se obter uma superfície rugosa, são utilizadas técnicas de ataque ácido à superfície ou as superfícies são jateadas com óxidos ou areia. Ou ainda pode-se fazer a combinação destes dois métodos (jateamento + Ataque ácido), para se obter um determinado grau de rugosidade (Brandão et al., 2010).

Atualmente acredita-se que modificações na superfície em escala nanométrica afetam tanto a topografia, quanto às propriedades químicas das superfícies. Estas modificações alteram as interações da superfície com íons, biomoléculas e células, influenciando na adesão e proliferação celular, diferenciação e adesão de células específicas que vão interferir no processo da osseointegração, potencializando seus efeitos (Brandão et al., 2010). As superfícies dos implantes também podem ser tratadas com laser, podendo desempenhar uma função importante na integração entre os implantes odontológicos e o tecido ósseo. A vantagem desta técnica é a não contaminação da superfície e o alto grau de reprodutibilidade. Estudos demonstram também

como resultado, um alto torque de remoção de implantes quando utilizada esta técnica em relação aos implantes usinados (Simioni-Filho et al., 2009).

Com o avanço nos estudos destes tratamentos de superfícies, já se consegue acelerar o fenômeno da osseointegração de quatro a seis meses, tempo preconizado por Branemark, para 21 dias após a instalação do implante. Esta aceleração do processo de osseointegração ocorre, pois a superfície modificada acelera a absorção de proteínas e a interação de células com a superfície (Bernardes et al., 2012).

Nos dias de hoje, ainda existem problemas nos tratamentos com implantes odontológicos, como a não osseointegração do implante e a demora que este tratamento apresenta, devido à espera pela osseointegração. Para obtermos uma osseointegração de melhor qualidade e obter uma velocidade maior desta, estão sendo muito pesquisados novos tipos de tratamentos de superfícies.

Um tratamento de superfície que apresenta alto potencial para acelerar e melhorar a osseointegração, melhorando sua rugosidade e hidrofília, é utilizar uma superfície nanoestruturada de 3º geração, desenvolvido pela SIN-Sistema de Implante (SIN), porém esta superfície ainda não apresenta estudo “in vivo” para que se possam avaliar os resultados.

As superfícies consideradas nanoestruturadas devem apresentar ao menos uma das três dimensões variando entre 1 a 100 nanômetros. Este tipo de superfície tem apresentado resultados que demonstram que a densidade das nanoestruturas tem uma grande importância para a formação óssea e os valores de contato osso-implante variam em função do número de nanoestruturas por μm^2 em implantes experimentais polidos (Meirelles 2010). A idéia de se fazer um estudo com este tipo de superfície “in vivo”, é de avaliar seus resultados, e se estes for satisfatório, dar aos pacientes que apresentam necessidade de um tratamento com implantes odontológicos, um período mais curto de tratamento e ao mesmo tempo um prognóstico mais favorável em relação a osseointegração destes implantes.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

Branemark PI et al. (1969), realizaram um trabalho para avaliar os fatores que permitem o sucesso de implantes odontológicos para recuperar a função mastigatória. Para atingir tal sucesso alguns pontos devem ser realizados como: uma preparação cirúrgica não traumática dos tecidos moles e duros, o fechamento da ferida em primeira intenção (impedir a região cirúrgica de entrar em contato com o ambiente oral) e a higiene oral para prevenir qualquer inflamação na região operada. Com essas precauções os implantes permaneceram na cavidade bucal de cachorros por um período de mais de cinco anos com sucesso. As análises das amostras permitiram observar que os tecidos moles e duros haviam se incorporado ao implante sem qualquer tipo de lesão tecidual. Estes resultados demonstram que os implantes intra-ósseos apresentaram sucesso em cachorros e podem apresentar grande potencial para reabilitações orais.

Adell et al. (1981), fizeram um estudo instalando 2768 implantes em 371 pacientes. Estes pacientes foram acompanhados clinicamente durante um período de 15 anos. Após um estudo piloto de cinco anos, foi padronizada a técnica a ser aplicada à clínica. Em um grupo de 130 arcadas, após a instalação das próteses, 89% dos casos em maxila e 100% dos casos em mandíbula continuavam estáveis nos períodos de avaliação. Durante o primeiro ano de prótese instalada houve uma média de perda óssea de 1,5mm. Após este primeiro ano a média era apenas 0,1mm de perda óssea no ano. Os resultados clínicos demonstraram que os implantes odontológicos apresentam sucesso no tratamento de pacientes que necessitam de reabilitações orais.

Albrektsson T et al. (1981), realizou um estudo com 2895 implantes de titânio cilíndricos, inseridos em mandíbula e maxila e 124 implantes similares foram inseridos em osso temporal, íliaco e tíbia para procedimentos de restaurações ósseas. Um total de 38 implantes estáveis e osseointegrados foram removidos por diversas razões em 18 pacientes. O estudo destas amostras

demonstrou um íntimo contato entre o osso e o implante. As análises sugerem uma possível ligação química direta entre o osso e o titânio. Foi concluído que a osseointegração tem potencial para que a reabilitação oral com implantes odontológicos apresente sucesso. Implantes com roscas, puros e com acabamento e geometria definida, foram inseridos a partir de uma delicada técnica cirúrgica e permitiu uma cicatrização “in situ” sem carga em um período de pelo menos três a quatro meses.

Skalak R. (1983), apresentou um trabalho, onde foi avaliado macroscopicamente a distribuição do stress e a carga mecânica transferida à interface osso/implante. Após as explicações dadas no trabalho, o autor conclui que a aposição óssea ocorrida no implante de titânio é uma característica essencial que permite a transmissão do estresse do implante para o osso, sem movimentação ou abrasão. A ausência de fibra no contato entre o osso e o implante, permite que a transmissão do estresse do implante possa ocorrer sem nenhuma alteração considerável. O uso de um implante com rosca apresenta um melhor travamento primário. O autor também relata que a distribuição de carga lateral e vertical aplicada no implante, depende do número, disposição e rigidez do intermediário utilizado, tanto quanto a forma e a rigidez da sua própria prótese. Uma prótese parcial fixa unida pode apresentar uma resposta óssea melhor do que uma prótese sobre implante unitária, devido à distribuição de força no conjunto. É aconselhável o uso de materiais para a prótese que transmitam menos carga para o implante, como por exemplo, resina acrílica.

Buser D et al. (1991), publicou uma pesquisa que tinha o objetivo de avaliar a influência de diferentes características de superfícies de implantes na osseointegração. Seis implantes de diferentes superfícies foram instalados em mini porcos e após um período de três a seis semanas os implantes foram removidos para serem analisados. A análise histológica demonstrou contato entre osso/implante (BIC), em todas as amostras, porém a análise morfométrica demonstrou diferença significativa na porcentagem do BIC quando medido em

osso esponjoso. Os autores concluíram que a dimensão da interface osso/implante está relacionada com o aumento da rugosidade da superfície do implante.

Gottlander M et al. (1992), apresentou um estudo que tinha como objetivo comparar implantes de titânio recobertos com hidroxiapatita com implantes recobertos com titânio em fêmures de coelhos. Após seis meses do procedimento, avaliações nas amostras foram feitas para analisar o contato osso/implante(BIC). Os implantes recobertos com hidroxiapatita apresentaram significativamente maior BIC em relação aos implantes recobertos de titânio. Os autores concluíram que a hidroxiapatita apresentou um efeito benéfico na interface osso/implante em pelo menos seis meses de acompanhamento, porém esta vantagem não se apresentou após um ano de acompanhamento, talvez porque a hidroxiapatita apresente vantagens somente na fase inicial do tratamento. Não houve diferenças estatísticas na quantidade óssea formada na interface entre o osso e os implantes recobertos com hidroxiapatita e o osso e os implantes recobertos de titânio.

Buchs et al. (1995), realizaram um estudo clínico para avaliar a eficácia de implantes recobertos por Hidroxiapatita para suportar próteses fixas em região anterior de maxila. Um total de 95 implantes foram instalados em 54 pacientes. Três destes pacientes realizaram duas restaurações protéticas, resultando em um total de 57 próteses. Nenhuma intercorrência ocorreu antes das reabilitações protéticas. Ocorreu a perda de três implantes no período de acompanhamento de cinco anos após o completo tratamento protético, resultando em uma taxa de sucesso de 93,4%. Os autores concluíram que os implantes recobertos com hidroxiapatita são seguros e efetivos quando instalados em região anterior de maxila para suportar próteses fixas.

Wennerberg A et al. (1995), apresentaram um estudo através de histometria e torque de remoção de três superfícies de implantes com diferentes topografias. Os implantes com topografias diferentes foram inseridos nos ossos de 10 coelhos.

Após um período de 12 semanas de cicatrização, os implantes jateados com partículas de dióxido de titânio (25 μ m) e os implantes jateados com partículas de óxido de alumínio(75 μ m), apresentaram uma força maior para remoção. A análise histométrica demonstrou uma alta porcentagem de contato osso/implante (BIC) nas amostras jateadas com dióxido de titânio (25 μ m), comparados com as amostras de superfície mais lisa. No período de acompanhamento, houve uma melhor fixação dos implantes que apresentavam rugosidade entre 0,9-1,3 μ m com sua superfície homogênea quando comparado com implantes de rugosidade na média de 0,4 μ m. Os autores concluíram que os implantes que apresentam superfície tratada demonstram resultados melhores em relação ao BIC e a força de torque de remoção.

Buchs et al. (1996), fizeram um trabalho que tinha como objetivo avaliar a eficácia de implantes recobertos com Hidroxiapatita para suportar próteses posteriores de mandíbulas. Foram instalados um total de 423 implantes em 195 pacientes em região posterior de mandíbula. Falharam 13 implantes até o ato do segundo procedimento cirúrgico. Com o tratamento protético finalizado ocorreu a perda de 14 implantes no período de acompanhamento de 62 meses. Um implante perdido foi removido enquanto que os 13 remanescentes estão em função apesar de terem sido identificados como perdidos no protocolo estabelecido pelo estudo (mobilidade e dor). A taxa de sucesso após 5 anos de acompanhamento foi de 92,2%. Como conclusão os autores relatam que os implantes recobertos com Hidroxiapatita são eficientes para suportar próteses fixas, quando instalados na região posterior da mandíbula.

Buchs et al. (1996), publicaram um estudo para avaliar a eficácia de implantes recobertos com Hidroxiapatita para suportar próteses “overdentaduras” em região anterior de mandíbula. Um total de 660 implantes foram instalados em 174 pacientes. 12 implantes foram perdidos em 08 pacientes antes do segundo estágio cirúrgico, resultando em uma taxa de sucesso cirúrgico de 98,2%. 05 implantes foram perdidos no período de acompanhamento após o completo

tratamento protético, sendo a taxa de sucesso após 05 anos de 97,8%. Os resultados demonstram que os implantes recobertos com Hidroxiapatita são efetivos quando instalados na região anterior de mandíbula para suportar próteses “overdentaduras”.

Cochran DL et al. (1998), fizeram um estudo em mandíbulas de cachorro com o objetivo de comparar a superfície de implante SLA (Straumann), com a superfície tratada com adição de plasma (TPS). Foi utilizado para este estudo seis cachorros da raça Fox, que receberam seis implantes bilateralmente. Foram confeccionadas coroas de ouro em oclusão natural para quatro animais. A análise histométrica em três meses (sem carga oclusal), seis meses (carga oclusal de 03 meses) e 15 meses (carga oclusal de 12 meses) após o procedimento cirúrgico, demonstrou que em 03 meses, os implantes SLA apresentaram um melhor contato osso/implante (BIC). Em seis meses não houve diferença estatística entre as duas superfícies pesquisadas. Em 15 meses os implantes SLA obtiveram uma porcentagem maior de BIC em relação aos implantes TPS. Nenhuma diferença qualitativa no tecido ósseo foi observada nos diferentes grupos. Os resultados demonstram que os implantes SLA apresentam resultados mais rápidos e satisfatórios em comparação com os implantes TPS.

Davies JE. (1998), apresentou um artigo onde ele demonstra a cicatrização óssea periimplantar. O fenômeno da osteogênese (crescimento ósseo na superfície do implante) pode ser subdividido em três fases. A primeira é a osteocondução onde ocorre a migração de diferentes células osteogênicas para a superfície do implante. A segunda fase é a nova formação óssea, resultante de uma mineralização no tecido ósseo. Já a terceira fase diz respeito à resposta tecidual, onde ocorrerá uma remodelação óssea em torno do implante. Como conclusão o autor relata que os resultados na Implantodontia dependem do desenho da superfície do implante, que irá otimizar a resposta biológica durante essas três fases distintas do processo de osseointegração.

Meredith N. (1998), apresentou uma pesquisa que tinha o objetivo de estabelecer os parâmetros necessários para se obter sucesso na instalação e na osseointegração de implantes odontológicos. O autor relata que a estabilidade do implante é considerada um dos fatores mais importantes para o sucesso da osseointegração. A estabilidade primária do implante é um fenômeno mecânico que está relacionado com a quantidade e qualidade óssea, com o tipo de implante e a técnica utilizada para realizar o procedimento. Já a estabilidade secundária é o aumento da estabilidade atribuída à nova formação óssea e à remodelação na área de contato osso/implante. O autor conclui após suas pesquisas que a estabilidade do implante na hora do procedimento de instalação e após este entrar em função é um importante critério para se avaliar o sucesso do tratamento. Métodos quantitativos para avaliação desta estabilidade, como, por exemplo, análises de frequência, podem passar informações importantes para o profissional.

Vidigal-Jr GM et al. (1999), realizaram um estudo para analisar a cicatrização óssea ao redor de quatro tipos de implantes. Foram inseridos em tibia de coelhos cinco implantes de cada tipo e avaliados após 12 semanas da implantação. Os implantes recobertos com hidroxiapatita apresentaram maior contato osso/implante e maior quantidade de osso lamelar do que os implantes de titânio convencionais. Os autores concluíram que a superfície recoberta por hidroxiapatita melhora a interface osso/implante (em pelo menos três meses).

Branemark R et al. (2001), fizeram uma revisão da literatura sobre a osseointegração em reconstrução do esqueleto. O trabalho define osseointegração, como uma união estrutural e funcional entre o tecido ósseo vivo e a superfície do implante. Posteriormente a definição de osseointegração, o artigo explica como que ocorre esse fenômeno a partir da camada de óxido de titânio. Após estas definições o trabalho apresenta as aplicações clínicas odontológicas de implantes de titânio para a reabilitação de paciente que perderam um ou mais

dentos. No final do trabalho os autores demonstram a osseointegração de materiais de titânio em outras regiões (extra oral).

Groisman et al. (2001), apresentaram um estudo clínico com acompanhamento de 05 anos de implantes recobertos com Hidroxiapatita para reabilitar elementos dentais ausentes unitários. Um total de 129 pacientes receberam 271 implantes que foram acompanhados durante estes 05 anos. Foram perdidos 12 implantes ao longo deste período, resultando em uma taxa de sobrevida destes implantes de 95,57%. Além do comprometimento estético, a complicação mais frequente foi o afrouxamento do parafuso de “*abutment*”. Os resultados confirmam os achados da literatura e sugerem que os implantes recobertos com Hidroxiapatita para reabilitar elementos unitários podem ser seguros e fazer parte da rotina clínica.

Degidi et al. (2002), fizeram um estudo que tinha o objetivo de avaliar histologicamente implantes com tratamento de superfície Porous (anodização), que receberam carga imediata. Um paciente masculino de 60 anos de idade, fumante (fumando mais ou menos 60 cigarros por dia), com maxila completamente edêntula, recebeu 11 implantes e no mesmo dia da cirurgia todos os implantes receberam carga. Após seis meses, o implante mais distal foi removido. Neste dia foi notado que o implante aparentemente estava osseointegrado com ausência de mobilidade e uma radiografia periapical demonstrou que havia mínima reabsorção óssea ao redor da porção mais coronal do implante. A avaliação histológica demonstrou que um tecido mineralizado estava presente na interface e o contato osso implante (BIC), apresentava-se na porcentagem de 60%. Nenhum espaço, fibra ou infiltrado inflamatório estava presente na interface. Como conclusão os autores demonstram que os implantes com este tratamento de superfície, quando recebem carga imediata, não apresentam nenhum tipo de efeito desagradável na formação de tecidos mineralizados na interface entre osso e implante.

Bornstein et al. (2003), realizaram este trabalho para avaliar o sucesso de implantes com a superfície SLA (Sandblasted acid-etched), fabricados pela Straumann, que receberam cargas precoces após 6 semanas de suas instalações. Um total de 104 implantes foram instalados em regiões posteriores, com ossos que apresentaram qualidade tipo 1, 2 e 3, sendo que depois de 6 semanas todos os implantes receberam cargas. Os pacientes foram chamados para acompanhamento nos períodos de 3, 12, 24 e 36 meses, para realizar exames clínicos e radiográficos. Um implante foi perdido no período de osseointegração e outro paciente foi perdido. Os 102 implantes que restaram, foram considerados como sucesso tanto clinicamente quanto radiograficamente, examinados no período de 3 anos. A taxa de sucesso destes implantes com a superfície SLA (Straumann) foi de 99,03%. Os resultados demonstraram que os implantes com a superfície SLA (Straumann), carregados após 6 semanas de suas instalações, apresentaram uma alta taxa de sucesso e previsibilidade, que foi mantida durante os 3 anos de acompanhamento do estudo.

Olsson et al. (2003), apresentaram um estudo que tinha como proposta, avaliar os resultados de 1 ano de implantes de titânio com superfície oxidada, quando carregadas com prótese total fixa sobre implantes em maxila, no período de um a nove meses após a instalação dos implantes. Um total de 10 pacientes com edentismo total de maxila foram tratados com 61 implantes de superfície oxidada e receberam próteses provisórias no período de um a nove meses após o procedimento cirúrgico. Nove pacientes apresentavam seis implantes na maxila e um paciente apresentava oito implantes suportando a prótese. A prótese provisória foi trocada pela definitiva após dois a sete meses de carga. Foi realizada análise de ressonância de frequência para medir a estabilidade dos implantes em oito pacientes no dia da colocação destes e em cinco pacientes com a prótese definitiva já instalada. Os pacientes foram acompanhados pelo período de um ano através de exames clínicos e radiográficos. Foram perdidos quatro implantes (6,6%), em um paciente após 10 semanas de carga devido à infecção. Todos os outros implantes estavam estáveis clinicamente. Os resultados

demonstraram que a carga precoce pode ser aplicada neste tipo de prótese suportada por seis a oito implantes. Porém, mais trabalhos clínicos são necessários para avaliar a previsibilidade deste tipo de tratamento.

Rocci et al. (2003), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar histologicamente implantes de titânio na região posterior de mandíbula, com o tratamento de superfície de oxidação, submetidos à carga imediata logo após a cirurgia ou após dois meses de cicatrização e removidos depois de cinco a nove meses de carga para avaliação histológica. Um total de cinco pacientes fizeram parte deste estudo. No mesmo dia da cirurgia dois implantes receberam carga, enquanto que sete implantes foram carregados após dois meses de cicatrização. Foi realizado ressonância de análise de frequência no dia da remoção dos sete implantes. Ao exame histológico, foi observada uma cicatrização de tecido mole e ósseo, sem diferenças aparentes entre os implantes de carga imediata e carga precoce. Tecido ósseo lamelar ao redor dos implantes e remodelação foi evidente e mais aparente perto da superfície do implante. Uma condensação óssea em direção ao implante foi observada. Finas margens de novo osso formado frequentemente apareceu contornando a superfície do implante. Como conclusão foi observado que a cicatrização dos implantes com tratamento de superfície de oxidação, podem ocorrer na região posterior de mandíbula, tanto quando estes implantes estão sujeitos a carga imediata quanto precoce, após dois meses de cicatrização.

Zechner et al. (2003), realizaram um estudo com o objetivo de comparar a histologia e a histomorfometria de implantes com a superfície modificada por anodização, com a superfície usinada e a superfície coberta com hidroxiapatita. Um total de 24 implantes de cada superfície foram inseridos em mandíbulas de mini porcos após extração de todos os pré-molares inferiores. Os animais foram sacrificados após três, seis e 12 semanas. Os resultados histológicos demonstraram aposição óssea nas superfícies cobertas com hidroxiapatita e superfície modificada por anodização, tão bem quanto o estreito contato

osso/implante da superfície usinada. Reabsorção localizada foi observada exclusivamente nos implantes recobertos por Hidroxiapatita. Na avaliação de histomorfometria, houve diferenças estatísticas entre as superfícies usinadas e os outros tipos de superfícies. Como conclusão pode-se observar que as superfícies tratadas com anodização podem apresentar uma taxa de contato osso/implante similar aos implantes recobertos com Hidroxiapatita. Isso pode ser benéfico, pois aumenta a estabilidade do implante, e mantém a força de travamento após o período de cicatrização.

Knobloch et al. (2004), apresentaram um estudo que tinha como objetivo comparar superfícies de implantes usinadas (grupo controle) com superfícies tratadas com anodização (grupo teste), carregados com próteses parciais fixas em duas, quatro e seis semanas após o procedimento cirúrgico em termos de sobrevivência e estabilidade. Para este estudo foram utilizados cachorros Beagle que tiveram quatro pré-molares mandibulares extraídos bilateralmente. Após dois meses de cicatrização, quatro implantes foram instalados em cada cachorro. Metade dos animais receberam implantes com superfície usinada e metade dos animais receberam implantes com superfície tratada com anodização. Três implantes receberam carga em cada animal e um implante não recebeu carga (controle). A estabilidade e a sobrevida dos implantes foram monitoradas a cada duas semanas durante seis meses. Falhas nos implantes foram observadas somente nos grupos de duas e quatro semanas, sendo 12,5% no grupo controle e 6,3% no grupo teste. A estabilidade dos implantes no grupo teste foi significativamente melhor do que nos implantes de grupo controle. Como conclusão pode-se notar que a carga precoce em ambos os tipos de implantes foi bem tolerada, com somente duas falhas. Houve diferença no desempenho entre os implantes do grupo controle (superfície usinadas), e o grupo teste (superfície tratada com anodização), como por exemplo, maior estabilidade dos implantes do grupo teste em seis meses de acompanhamento.

Brechter et al. (2005), publicaram um trabalho que tinha como objetivo analisar a sobrevivência e estabilidade de implantes de titânio oxidados, instalados em pacientes que necessitavam de reconstrução da arcada com enxerto ósseo no mesmo procedimento cirúrgico. Foram utilizados 200 implantes em 47 pacientes em conjunto com seis diferentes procedimentos reconstrutivos devido à insuficiência óssea. Nos seis grupos houve estabilidade primária dos implantes medidos pelo dispositivo de análise de frequência, checada novamente na hora de instalação dos “abutments” e após 12 meses de carga protética. Radiografias periapicais foram feitas depois de no mínimo 12 meses de carga para avaliar o nível ósseo marginal. A média de acompanhamento clínico foi de 30 meses. Dos 200 implantes, 199 foram considerados osseointegrados no período da cirurgia do “abutment”. Nos 12 meses de acompanhamento, outros dois implantes foram considerados não estáveis, ou seja, três implantes (1,5%) foram classificados como insucesso. As experiências clínicas com 200 implantes oxidados consecutivos em várias situações de reconstrução demonstraram resultados de sucesso, com somente três falhas (1,5%), durante o período de acompanhamento de 30 meses.

Groisman M; Vidigal-Jr Gm (2005), explicaram em seu trabalho as características das superfícies dos implantes odontológicos e como estas são tratadas. Em relação a rugosidade das superfícies dos implantes, os trabalhos demonstram que os implantes com rugosidade em torno de $1,5\mu\text{m}$ apresentavam uma melhor resposta do tecido ósseo em comparação às superfícies que apresentavam rugosidades $< 1,0\mu\text{m}$, ou a implantes com superfície “plasma spray” (superfície com rugosidades $> 2,0\mu\text{m}$). Os autores explicam também como são feitos e o que são os tratamentos de superfícies pelas técnicas de adição (onde é acrescentado algo a superfície do implante) ou pelas técnicas de subtração (onde é removido uma parte do implante por um processo controlado).

Hall et al. (2005), apresentaram um estudo para avaliar se a formação óssea e a estabilidade do implante oxidado de titânio são influenciadas pela

topografia de 110 μ m (S1) e 200 μ m (S3) com 70 μ m de ranhura. Foram utilizados implantes oxidados de titânio em 18 coelhos que apresentavam a topografia proposta. Os resultados de análise histológica demonstraram que houve nova formação óssea na região das ranhuras. O teste de torque de remoção demonstrou que os implantes (S1), apresentaram 30% mais alto o valor do torque comparado com os implantes controle sem ranhuras. Os graus de contato osso implante foram similares entre o grupo teste e o grupo controle. Como conclusão pode-se observar que 110 μ m e 200 μ m e 70 μ m de ranhura em superfícies oxidadas de titânio, estimularam o osso juntamente e ao longo de suas ranhuras no modelo animal. Os implantes (S1), apresentaram um aumento significativo na resistência a forças. Os resultados sugerem que implantes com ranhuras podem ser um caminho para otimizar a estabilidade do implante.

Huang et al. (2005), realizaram um estudo com a proposta de avaliar a formação óssea local e a osseointegração de implantes de superfície TPO-modificadas em osso tipo quatro. Um total de três implantes foram instalados em maxila edêntulas posterior de macacos. Foram injetadas fluorescência óssea em duas, três, quatro e 16 semanas pós-cirúrgicas e depois foi realizado a eutanásia dos animais para se obter os blocos para análise histológica. Como resultado foi observado que a superfície dos implantes TPO-modificadas, apresentou uma fina camada de osso neoformado. Houve diferença variável no o contato osso implante(BIC), entre os animais e entre as regiões dos implantes instalados dos mesmos animais. Houve também diferença estatística entre as densidades ósseas comparadas com as áreas dos implantes. Como conclusão foi notado que as superfícies TPO-modificadas possuem um considerável potencial de osteocondução, promovendo um alto nível de osseointegração em osso tipo quatro provenientes de maxila posterior.

Schupbach et al. (2005), realizaram um estudo para analisar a interface do osso humano com a superfície do implante de titânio oxidada, observada em um nível de microscopia de alta resolução. O principal interesse do trabalho foi

observar a relação entre o tecido ósseo e os poros da superfície oxidada. Foram retirados 12 implantes extras de pacientes, sendo sete deles regulares e cinco mini-implantes experimentais, que foram submetidos a carga imediata, precoce ou a nenhum tipo de carga. Estes implantes foram retirados após cinco a nove meses de cicatrização e analisados através de microscopia. Foram observadas formações ósseas a partir da estrutura adjacente para a superfície do implante. As análises revelaram que o osso mineralizado tinha crescido nos poros da camada de oxido da superfície, incluindo os poros com diâmetros pequenos ($< 2\text{mm}$). Como conclusão foi observado que os implantes oxidados demonstraram evidência de crescimento ósseo nos poros da superfície com a camada de titânio. Estes achados indicam uma forte relação entre o osso e o implante de titânio oxidado, o qual sugere ser benéfico para tratamentos clínicos.

Xiropaidis et al. (2005), apresentaram um estudo que tinha como objetivo avaliar a osseointegração por comparação de BIC (contato entre osso e implante), de implantes com superfícies modificadas recobertas por alta camada cristalina CP e superfície Porous TO (TiUnite). Para este trabalho foram utilizados 10 labradores adultos que realizaram precocemente exodontia de pré-molares e molares. Foram instalados nos animais quatro implantes (Nobel Biocare), sendo dois com camadas de CP e dois com TO - modificadas e acompanhado por 12 semanas. Foram injetados nos animais fluorescência óssea em três e quatro semanas pós-cirurgia e na pré-eutanásia, para monitorar o progresso de formação óssea. Os animais foram sacrificados em oito semanas após a cirurgia e blocos para biopsia foram confeccionados para análise histológica e histométrica. Os resultados demonstraram que não houve diferenças notáveis na formação óssea e no BIC comparando as superfícies de TO-modificadas e recobertas por CP. Porém, nos valores obtidos pelas análises, a média do BIC foi de 71% nas superfícies TO- Modificadas e 57% nas superfícies recobertas por CP. Pode-se concluir que a superfície TO modificada exibiu propriedades osteocondutivas melhores do que as superfícies recobertas por CP. Uma ou várias propriedades químicas e físicas, das superfícies TO modificadas, podem resultar em uma

formação óssea aparente ao longo de sua superfície. Este estudo indica que cristalinidade e/ou propriedades químicas, podem ser importantes na osseointegração.

Glaser et al. (2007), apresentaram um estudo no qual seu objetivo era avaliar os resultados de implantes que receberam carga imediata com sua superfície microtexturizada e oxidada para suportar próteses fixas em diversas regiões da arcada. Neste trabalho 38 pacientes receberam um total de 51 próteses fixas implanto-suportadas. Foram perdidos três implantes em região de maxila em um único paciente devido a infecção pós-operatória em região que foi realizado regeneração óssea guiada. Esse resultado apresenta taxa de sucesso ao longo de 5 anos de acompanhamento de 97,1%. Nenhum outro implante foi perdido. A média de remodelação óssea marginal foi de 1,54mm. Após 5 anos de acompanhamento foi reportado ausência de placa e sangramento à sondagem, 75% e 74% nos sítios, respectivamente, e permaneceu inalterada em geral a partir de 1 mês de acompanhamento. Os autores concluíram que é indicado o protocolo de carga imediata com implantes de superfícies microtexturizadas e oxidadas em regiões onde se apresenta osso com baixa qualidade.

Le Guéhenne L et al. (2007), apresentaram um trabalho onde são explicados os tipos de tratamentos de superfícies de implantes odontológicos, que tem como objetivo, atingir uma osseointegração mais rápida. Os autores relatam que o tratamento químico da superfície do implante permite que esta se torne mais hidrofílica, resultando em uma adsorção mais veloz de proteínas e células à sua superfície. A rugosidade da superfície do implante pode ser em tamanho macro(>10 μ m), micro(1-10 μ m) ou nano e estas estão diretamente relacionadas com a quantidade de osso neoformado na superfície do implante (contato osso implante -BIC). Essas rugosidades podem ser criadas a partir das técnicas de spray de plasma, jateamento, ataque ácido ou anodização. Como conclusão foi observado que apesar das taxas de sucesso na Implantodontia com implantes de superfície tratadas serem altas, é necessária criar um padrão para as pesquisas e

estudar a fundo os eventos celulares que resultam no fenômeno da osseointegração.

Nordin et al. (2007), tiveram o objetivo de avaliar a evolução dos implantes, instalados com carga precoce em alvéolos de extração recente, clinicamente e radiograficamente, e apresentar um protocolo de tratamento para o carregamento inicial. O estudo foi realizado em 19 pacientes que necessitavam de exodontia total na maxila. Foram instalados 116 implantes Straumann com a superfície SLA, sendo que 77 deles foram inseridos em alvéolo de extração recente e 39 em osso cicatrizado. Cento e dez implantes receberam carga permanente dentro de dez dias e seis deles dentro de 14 dias. O controle radiográfico e clínico foi feito entre dois a três anos. Como resultado foi observado que dois implantes foram perdidos (taxa de 2%), e ao exame radiográfico houve semelhança na altura óssea entre os implantes instalados em alvéolo fresco e em osso cicatrizado, concluindo que houve formação óssea nos implantes de alvéolo de extração e pequena perda óssea nos implantes de osso cicatrizado. Como conclusão foi notado que a técnica de utilizar a superfície SLA dos implantes da Straumann para realizar instalação em alvéolo de extração é uma alternativa confiável.

Elias CN et al. (2008), apresentaram uma pesquisa básica sobre modificações na superfície dos implantes dentários. Os autores relatam que a taxa de osseointegração dos implantes de titânio comercialmente puro e o índice de sucesso estão relacionados à composição química e à rugosidade da superfície. O trabalho apresenta resultados de pesquisas básicas, analisa os parâmetros de superfícies dos implantes que influenciam na adsorção e diferenciação das células que atuam na osseointegração, descreve os diferentes tratamentos de superfícies e apresenta resultados clínicos com carga precoce obtidos com implantes tratados com ácido e anodizados em locais de enxertos ou elevação de seio maxilar. Os autores concluem que tanto a rugosidade, quanto o tratamento químico da superfície aceleram a osseointegração. Os tratamentos das superfícies com adição de flúor e anodização, alteram a rugosidade, a composição química, a

energia de superfície e o tipo de cristal de titânio presente na superfície. É viável a carga precoce nos implantes com superfícies tratadas com ácido ou anodizados inseridos em locais de enxertos ou levantamento de seio maxilar.

Ganeles et al. (2008), realizaram um trabalho com implantes de superfície quimicamente modificada SLActive (Straumann), onde estes foram instalados em regiões posteriores de mandíbula e maxila, recebendo carga imediata ou precoce e acompanhados por um ano. Os pacientes receberam restaurações provisórias sem contato oclusal imediatamente após o tratamento cirúrgico ou 28 a 34 dias depois do procedimento cirúrgico. Suas restaurações permanentes foram entregues após 20 a 23 semanas depois do procedimento cirúrgico. Um total de 383 implantes foram instalados em 266 pacientes. Falharam quatro implantes no grupo de carga imediata e seis implantes no grupo de carga tardia, resultando em uma taxa de sucesso de 98% e 97%, respectivamente. Não houve falhas de implantes em osso tipo 4. Ocorreu uma diferença estatística entre os grupos em relação ao nível ósseo, devido à profundidade de instalação ter sido diferente. Foi observado ganho ósseo em aproximadamente 16% dos implantes. Pode-se concluir que os implantes Straumann SLActive apresentam resultados seguros e previsíveis quando utilizados com carga imediata ou precoce. Mesmo em osso de pior qualidade, estes implantes são comparados em resultados com implantes convencionais ou com carga tardia. A média de perda óssea não foi considerada significativa clinicamente e comparada com reabsorção óssea típica em implantes convencionais carregados.

Zollner et al. (2008), realizaram um estudo para avaliar as diferenças nas taxas de sobrevivência e nível ósseo de implantes SLActive, tratamento químico diferenciado, (Straumann), recebendo carga imediata ou precoce em um período provisório de 5 meses. Após a cirurgia alguns pacientes receberam carga sobre os implantes no próprio dia (carga imediata) e outros em 28 a 34 dias (carga precoce). Todos os implantes instalados foram SLActive (Straumann), e o primeiro objetivo foi avaliar a perda óssea relacionada a esses implantes e posteriormente

avaliar as suas taxas de sobrevivência e de sucesso. Foram instalados 383 implantes sendo que 197 foram ativados com carga imediata e 186 foram ativados com carga precoce. Em 5 meses foram perdidos 10 implantes sendo 4 do grupo de carga imediata e 6 do grupo de carga precoce, resultando em uma taxa de sobrevivência de 98% no grupo de carga imediata e 97% no grupo de carga precoce. Em relação a perda óssea foi avaliado que no grupo de carga imediata ocorreu uma perda de 0.89mm e no grupo de carga precoce esta perda foi de 0,73mm. Como conclusão foi notado que o implante SLActive pode ser utilizado previsivelmente em tempos críticos (como carga imediata ou precoce), sendo que as perdas ósseas avaliadas não foram significativas, levando em conta que em outros estudos estes valores de perda são considerados perdas fisiológicas.

Simioni-Filho et al. (2009), realizaram uma revisão da literatura para avaliar a influência de diferentes tratamentos de superfícies dos implantes dentários a partir de um levantamento bibliográfico. Estas superfícies apresentam o seu tratamento através das seguintes técnicas: Jateamento, Condicionamento ácido, SLA (jateamento com areia condicionado com ácido), SLActive (jateamento com areia condicionado com ácido modificado), TPS (plasma de titânio), HA (Hidroxiapatita) e Laser, para obter uma melhor osseointegração. As conclusões avaliadas foram que as superfícies jateadas com óxidos de alumínio e titânio são capazes de promover rugosidade semi-porosa e favorecer uma forte ancoragem óssea. As superfícies submetidas ao ataque ácido podem produzir uma superfície rugosa não apropriada e afetar a resistência do material à fadiga. As superfícies SLA e SLActive proporcionam um crescimento adequado dos osteoblastos humanos e contato osso-implante satisfatório. As superfícies tratadas com TPS demonstram contato osso-implante adequado e nas recobertas com cerâmicas bioativas, a osseointegração ocorre de um modo precoce favorecendo a investigação das possíveis aplicações clínicas em carga com função imediata. As superfícies tratadas com laser foram recentemente introduzidas no mercado odontológico e têm revelado processo de osseointegração adequado, além de reunir características vantajosas, como a não contaminação da superfície e o alto

grau de reprodutibilidade. As características favoráveis obtidas com o tratamento da superfície dos implantes dentais podem permitir a sua instalação em função mais precocemente e ampliar a gama de aplicações possíveis para osso alveolar de densidade inferior.

Wennerberg A; Albrektsson T. (2009), fizeram um levantamento bibliográfico com o objetivo de analisar os possíveis efeitos da topografia da superfície do titânio na integração óssea. Foram utilizados 100 artigos para essa análise. As respostas ósseas resultantes de diferentes tipos de superfícies foram principalmente avaliadas através de histometria (contato osso/implante-BIC), torque de remoção e testes de tracionamento. Um enorme número de trabalhos científicos tem demonstrado que a resposta óssea é influenciada pela topografia da superfície do implante. As superfícies lisas (menor do que $0,5\mu\text{m}$) e as superfícies minimamente rugosas ($0,5\mu\text{m}$ até $1,0\mu\text{m}$) apresentaram menor BIC do que as superfícies rugosas (maior do que $2,0\mu\text{m}$). Como conclusão os autores relaram que a topografia influencia na resposta óssea. Algumas características existentes na superfície do implante em nível nanométrico influenciam a resposta óssea. As medidas e as avaliações das técnicas para confecção das superfícies precisam ser padronizadas. Não somente a altura do implante deve ser levada em consideração, mas também suas características espaciais e híbridas.

Brandão et al. (2010), realizaram uma revisão da literatura para relacionar a superfície dos implantes osseointegrados com a resposta biológica celular. Uma alta energia de superfície apresenta melhor molhabilidade e uma maior afinidade por adsorção, determinando se a superfície é hidrofílica ou hidrofobia. Quanto aos métodos de tratamento, as superfícies podem ter recebido tratamentos por técnicas de adição, onde é aplicado à superfície do implante um recobrimento ou tratamento por técnicas de subtração, onde é removida uma camada da superfície do implante por um processo controlado. Duas considerações importantes o autor descreve em relação a superfície X resposta biológica, a primeira é que a superfície do titânio entra em contato primeiro com o coágulo e as células

sanguíneas. Ocorrerá assim uma adesão de proteínas do sangue, com plaquetas e fibrinogênio à superfície do dióxido de titânio anteriormente à adesão de células osteogênicas, formando assim uma rede de fibrina. Sendo assim, as células osteogênicas interagem não diretamente com a camada de dióxido de titânio, mas sim com uma camada de dióxido de titânio modificadas por células sanguíneas. A segunda consideração é que essa camada de dióxido de titânio, modificada por células sanguíneas, é regulada por características químicas e topográficas da superfície do implante. Estas características irão influenciar na natureza da composição subsequente do filme de proteínas que é adsorvido na superfície do implante e irão guiar a osteogênese. Os autores concluem que as propriedades físicas e químicas das superfícies irão influenciar diretamente o fenômeno da osseointegração. As respostas celulares dependem da topografia, da energia de superfície, da carga e da camada de dióxido de titânio, formada sobre a superfície do implante.

Calvo-Guirado et al. (2010), fizeram um estudo com a finalidade de avaliar a reabsorção e a aposição óssea, de implantes imediatos pós-extração em mandíbulas de cachorro, comparando a superfície tratada com jateamento e ataque ácido e a superfície padrão não condicionada. Neste experimento foram utilizados seis cachorros que tiveram seus pré-molares extraídos e receberam implantes condicionados no lado direito e não condicionados no lado esquerdo. Os animais foram sacrificados em duas, quatro e 12 semanas. Como resultado foi observado microscopicamente que os padrões de cicatrização em duas, quatro e 12 semanas para ambos os tipos de implantes apresentaram achados ósseos similares. A média de reabsorção da crista óssea foi maior nos implantes não condicionados do que nos implantes condicionados em doze semanas. A porcentagem de nova formação óssea em contato com o implante foi maior nos implantes condicionados. Houve também menos reabsorção óssea nos implantes condicionados do que nos implantes não condicionados. Como conclusão pode-se observar que os resultados demonstraram significativamente maior aposição óssea e menor reabsorção óssea da crista em implantes condicionados do que em

implantes não condicionados, após doze semanas de cicatrização. Esses implantes condicionados podem reduzir o período de cicatrização e aumentar a aposição óssea em implantes instalados imediatamente após extração.

Fischer (2010) apresentou um estudo com o objetivo de avaliar e comparar os resultados em longo prazo (10 anos) de dois protocolos de colocação diferente para implantes SLA. Foram instalados um total de 142 implantes SLA (Straumann) e carregados com próteses de arco completo precocemente (14 dias/ 95 implantes) e tardiamente (47 implantes). Um paciente na avaliação de 5 anos apresentou periodontite severa/agressiva e possuía apenas 3 implantes no lugar. Perdeu-se 7 implantes em 5 anos, não ocorrendo perda entre 5 a 10 anos. A taxa de sobrevida dos implantes foi de 95,1%. Foram também considerados os implantes de estados desconhecidos (1 paciente desistiu com 3 implantes), a taxa de sobrevida foi de 93% e a taxa de sobrevida das próteses foi de 96%. Como conclusão foi observada que não ocorreu perda óssea ou de implantes entre 5 a 10 anos. A sobrevida das próteses foi de 96%. Não foram observados sinais de peri-implantite aos 10 anos (exceto o caso citado anteriormente) e a satisfação dos pacientes foi elevada.

Meirelles (2010) apresentou uma revisão da literatura, com o objetivo de determinar a nanotopografia ideal para melhorar a resposta óssea, através da cicatrização individual de cada nanoestrutura na superfície do implante, quantificando as dimensões, densidade e orientação. Ao final de revisão o autor nos relata que a presença de nanoestruturas, independente da composição química, resulta em aumento do contato osso-implante e que futuros trabalhos devem verificar os resultados em longo prazo dos implantes osseointegrados modificados com a técnica de adição, assegurando a integridade da interface osso-implante que irá determinar o sucesso da reabilitação.

Morton et al. (2010), apresentaram um estudo que tinha como objetivo avaliar implantes de titânio com superfície modificada quimicamente por

jateamento e ataque ácido, quando instalados em regiões posteriores de mandíbula e maxila, e carregados após 21 dias da instalação. Foram utilizados 89 implantes Straumann SLActive em 56 pacientes, de acordo com o protocolo de tempo de cicatrização em 21 dias. No tempo proposto, os implantes foram carregados com restaurações provisórias e em total oclusão. As coroas de porcelana definitivas foram confeccionadas em cada implante após seis meses de cicatrização. Resultados clínicos, parâmetros de tecido mole e radiografias foram obtidos em diferentes tempos compreendendo 24 meses após a instalação dos implantes. Dos 89 implantes inseridos, dois destes (2,2%), falharam na osseointegração e foram removidos no período de cicatrização. Outros dois implantes (2,2%) tiveram um período de cicatrização mais prolongado, pois no tempo proposto, estes apresentaram pequena rotação. Nenhum outro implante foi perdido no período do estudo, enquanto que um implante foi perdido no acompanhamento clínico, portanto removido da análise. Os 86 implantes restantes exibiram achados radiográficos e clínicos favoráveis. Baseado na análise de critério, este trabalho apresentou uma taxa de sucesso de 97,7% dos implantes após dois anos de instalação. Como conclusão foi observado que os implantes de titânio com a superfície modificada SLA, podem alcançar um sucesso previsível em dois anos na integração do tecido quando carregado em 21 dias de sua instalação. Esta osseointegração pode ser mantida sem incidentes por pelo menos dois anos de acompanhamento.

Palmquist A, et al. (2010), fizeram uma revisão da literatura, abordando as características das superfícies, a interface biológica e resultados clínicos de implantes odontológicos. O autor relata que as propriedades específicas das superfícies, assim como seus tratamentos químicos e características em nano escala, quando utilizados "in vivo", devem ser estabelecidos. Avaliando resultados de ensaios clínicos, não há evidências que nenhum tipo particular de implantes apresente sucesso superior em longo prazo. O autor explica que é importante obter o conhecimento de biologia celular, pois a partir das interações celulares que ocorre o fenômeno da osseointegração. Foi concluído que as novas gerações de

implantes com superfícies modificadas, podem apresentar um alto potencial para acelerar e otimizar o tratamento clínico.

Barter et al. (2011), realizaram um trabalho para demonstrar a efetividade dos implantes de diâmetros reduzidos (Roxolid Straumann) em regiões de grandes defeitos ósseos. Testes mecânicos revelaram uma maior resistência à tração e à fadiga do material Roxolid, comparativamente com o titânio puro. Foram instalados implantes Roxolid de diâmetro 3.3mm SLActive (Straumann) fixado em pelo menos um implante de superfície SLActive em titânio de diâmetro 4,1mm ou 4,8mm. Após 10 a 14 semanas, os implantes integrados com sucesso receberam as suas respectivas próteses. Foram avaliados no trabalho: a sobrevivência e sucesso dos implantes, a alteração do nível ósseo, a profundidade de sondagem e as restaurações protéticas. Dos 22 pacientes incluídos no estudo, 20 apresentaram o implante na respectiva posição após 2 anos da colocação dos mesmos. Um paciente não completou a avaliação de 2 anos e outro sofreu perda do implante ao final de 80 dias antes da colocação da prótese, devido ao surgimento de uma infecção no dente adjacente. Até 2 anos, todos os implantes que sobreviveram foram considerados um sucesso. Como conclusão foi notada que houve uma alteração mínima do nível ósseo após 2 anos e o implante Roxolid (Straumann) apresenta uma elevada estabilidade e boas propriedades de osseointegração, aumentando assim a confiança no uso de implantes de pequenos diâmetros.

Chiapasco et al. (2011), avaliaram a sobrevivência e a taxa de sucesso dos implantes Roxolid (Straumann), que são implantes de curtos diâmetros, para instalação em regiões que apresentam grandes defeitos ósseos, e avaliar também as suas complicações protéticas. Em 24 meses foram instalados 51 implantes Roxolid (Straumann), sendo que 13 foram Tissue level e 38 foram Bone Level. Foi aplicada, carga imediata em 4 deles e aplicada carga tardia em 47 deles. Como resultado, foi notado que todos os implantes obtiveram sucesso na osseointegração. A reabsorção óssea variou de 0 mm a 1 mm de 3 a 19 meses e

não ocorreu nenhuma complicação protética. Como conclusão nota-se que os implantes de diâmetros curtos Roxolid (Straumann) são confiáveis e seus resultados são consistentes resultando em 100% de osseointegração e sem ocorrer qualquer complicação na fase protética.

Gehrke et al. (2011), realizaram este estudo para observar o comportamento de implantes arenados com partículas de óxido de titânio “in vitro” e “in vivo”. A observação “in vitro” foi através de imagens em MEV, onde foram avaliadas suas características morfológicas. Para as avaliações “in vivo” foram utilizados seis coelhos adultos. Foram instalados 24 implantes cilíndricos de hexágono interno arenados por partículas de óxido de titânio. Um marcador de crescimento ósseo de fluorescência foi injetado na região sub cutânea em diferentes intervalos de tempo para avaliar a quantidade de deposição de cálcio no osso, em intervalos de tempos, (segunda até a quarta semana correspondendo ao grupo experimental 1) com três animais, (sexta e oitava semana correspondendo ao grupo experimental 2), com três animais também. As amostras foram cortadas em três partes para cada implante, utilizando uma parte para cada técnica histológica: microscopia de luz, de fluorescência e exploração, onde foram analisadas e comparadas as áreas de contato entre osso e implante em tempos de 30 e 60 dias. Os resultados demonstraram que a superfície em questão promoveu uma estimulação óssea muito efetiva nos tempos estudados. Os implantes apresentaram grandes áreas de osso corticalizado e uma característica de osso laminar. A deposição de cálcio ocorreu com uma má intensidade depois dos 30 dias da implantação. Sendo assim foi concluído que as superfícies apresentadas com tratamento em sua superfície arenados por partículas de óxido de titânio, possuem uma boa capacidade osteocondutora, promovendo um adequado crescimento e corticalização óssea.

Lange et al. (2011), avaliaram a velocidade e grau de osseointegração em duas superfícies de implantes diferentes (SLA e SLActive), durante as fases iniciais de cicatrização em um modelo humano. Foram instalados 49 implantes

com superfície SLA ou SLActive em animais e após períodos de cicatrização submersa de 7, 14, 28 e 42 dias, os implantes foram removidos com trefinas para o estudo. Dos 49 implantes instalados, 30 deles ficaram disponíveis para análise histológica/histométricas, pois as dificuldades de recolha das biopsias resultaram na perda de algumas amostras. Ao final de sete dias não se notou diferença entre as amostras SLA e SLActive. Ao final de 14 dias foi observado uma nova aposição óssea em áreas maiores das superfícies dos implantes SLActive. Ao final de 28 dias o BIC (osseointegração) do SLActive permaneceu maior e ao final de 42 dias o BIC tinha aumentado ainda mais atingindo 62% em ambas as superfícies. Como conclusão observou-se que a cicatrização em ambas as superfícies foi semelhante, o BIC revelou-se maior ao final de 14 dias e significativamente maior ao final de 28 dias. Nos humanos a velocidade da osseointegração foi substancialmente mais baixa, aproximadamente o dobro do tempo de cicatrização, do que a verificada em estudos realizados com animais.

Lethaus et al. (2011), avaliaram a sobrevivência e a taxa de sucesso de implantes SLA (Straumann) associados a carga precoce, carregados seis semanas após o procedimento, em mandíbula edêntulas, em um período de cinco anos. Foram instalados 60 implantes, sendo que 58 receberam carga de 35N de seus “abutments” após seis semanas de sua instalação. Foi feito um controle clínico e radiográfico das condições da cavidade bucal e do nível ósseo do paciente. Destes 60 implantes instalados, dois foram perdidos no período de osseointegração e outros quatro pela desistência do paciente. Após cinco anos, todos os implantes no estudo se apresentaram com sucesso, tanto clinicamente como radiograficamente. A perda óssea após estes cinco anos foi de 0,77% e como resultado final o sucesso destes implantes SLA (Straumann) foi de 96,7%. Como conclusão foi notado que a carga precoce sendo realizada com os implantes de superfície tratada SLA (Straumann) em mandíbulas edêntulas, após o período de seis semanas apresenta grande sucesso e previsibilidade na osseointegração, que foi mantido no período de cinco anos.

Limares et al. (2011), avaliaram o efeito das cargas precoces em implantes com a superfície SLActive (Straumann) nos alvéolos da extração. Foram utilizados seis porcos para o estudo. Em cada hemi-mandíbula foram instalados dois implantes cônicos (TE Straumann) com superfície hidrofílica em alvéolos de extração e carregados após quatro semanas. No outro lado foram colocados dois implantes e diretamente carregados. Após oito semanas os animais foram sacrificados para avaliação histológica. Como resultado não houve nenhum implante perdido. Tanto nos implantes que receberam carga precoce como nos implantes com carga tardia não houve diferença significativa radiograficamente e clinicamente. Como conclusão foi notado que os resultados clínicos e radiográficos de cargas precoces ou tardia em implantes SLActive (Straumann) são praticamente iguais.

Terheyden H et al. (2011), realizaram uma revisão da literatura, com o objetivo de demonstrar os eventos moleculares e celulares durante a cicatrização óssea, após a instalação de implantes odontológicos, dando ênfase no processo de osseointegração. O autor apresenta as quatro fases de cicatrização óssea a partir do momento que o implante odontológico é instalado, que são: Hemostasia, Fase inflamatória, Fase proliferativa e Fase de remodelação. O trabalho explica os eventos celulares existentes para que o fenômeno da osseointegração ocorra. Os autores entendem que conhecendo os processos biológicos que ocorrem para que aconteça a osseointegração, a terapia com implantes odontológicos pode evoluir tornando o tratamento mais previsível e rápido.

Valderrama et al. (2011), fizeram um estudo que tinha como objetivo avaliar histologicamente as mudanças nos níveis ósseos marginais em cargas precoces, de implantes modificados clinicamente com tratamento de superfície de jateamento e ataque ácido com colar usinado ou sem colar usinado. Após três meses da extração dentária, 72 implantes foram instalados em seis cachorros. Sendo que 36 não apresentavam colar usinado e 36 tinham colar usinado de tamanho 2,8mm. Todos os implantes receberam carga após 21 dias. Para análise

histológica, as amostras foram obtidas de 3 a 12 meses. As amostras foram avaliadas e os valores do BIC anotados. Baseados nos resultados do BIC, estimativas de perda óssea foram obtidas em cada implante. Como resultado foi observado que todos os implantes tiveram osseointegração. Os implantes que não tinham colar usinado apresentaram um ganho ósseo ao redor dos implantes carregados precocemente, enquanto houve perda óssea nos implantes com colar usinado. Não houve diferenças estatísticas dos BICs, entre os tipos de implantes. Como conclusão verificou-se que a superfície de implantes modificada com jateamento e ataque ácido e que não apresentavam colar usinado, ganhou osso marginal após três a 12 meses sob condições de carga na mandíbula dos animais. O design dos implantes e a superfície foram determinantes para a preservação do nível ósseo marginal.

Bernardes et al. (2012), realizaram um estudo elaborado com o objetivo de abordar e discutir alguns métodos de tratamento de superfície bem como os efeitos biológicos associados a resposta tecidual que sejam de interesse e relevância clínica. O sucesso da osseointegração depende de dois fenômenos descritos como estabilidade primária ou mecânica e estabilidade secundária ou biológica, sendo que a estabilidade primária determina a resistência mecânica do implante no momento de sua instalação e a estabilidade secundária diz respeito a capacidade de um implante em se manter estável após a deposição e regeneração do tecido vivo periimplantar. O estabelecimento desta depende de fatores como a estabilidade primária, a fisiologia local e o tipo de superfície. As superfícies dos implantes podem ser classificadas em usinadas, macrotextrizadas, nanotextrizadas e biomimétricas. A rugosidade das superfícies dos implantes também está muito relacionada com o sucesso da osseointegração, e apresenta vantagens como o aumento da área de contato entre osso e implante, aumento na adesão celular na superfície do implante e aumento na interação bioquímica entre o implante e o tecido ósseo. Para se obter estas rugosidades, existem diversos métodos que são divididos em métodos de adição e métodos de subtração. Em relação a molhabilidade, quanto maior for

esta, maior será a interação da superfície do implante com o microambiente periimplantar, lembrando que a molhabilidade exerce um importante papel na adsorção de proteínas, aumentando a adesão celular na superfície do implante.

Bonfante et al. (2013), apresentaram um estudo com o objetivo de avaliar quatro tipos de superfícies de implantes em relação a suas fixações biomecânicas e suas respostas histológicas em um período precoce de implantação em animais (Beagle). Implantes tipo Branemark hexágono externo, foram utilizados com quatro superfícies experimentais: micro jateadas, ataque ácido e micro jateamento, anodização e deposição de cristais na superfície. A topografia da superfície foi medida por microscopia eletrônica, interferometria e espectros de Raio X. Os implantes foram instalados na região do rádio de oito Beagles e permaneceram por 10 a 30 dias. Os implantes foram torqueados para ser realizado o teste mecânico. Como resultado não houve diferenças estatísticas entre as superfícies dos implantes no teste mecânico de torque em 10 dias. Porém, em 30 dias, as superfícies com tratamento de ataque ácido e micro jateamento, apresentaram valores mais altos de torque em relação às outras duas superfícies. Maiores valores de torque foram observados em 30 dias em comparação com 10 dias em todas as superfícies. Como conclusão foi observado que em 30 dias os implantes apresentam um maior torque de remoção comparado com 10 dias e todas as superfícies foram biocompatíveis e osteocondutoras.

Lambert et al. (2013), realizaram um trabalho com a proposta de comparar a formação óssea, taxa de reabsorção, osteocondutividade e mudanças no volume tridimensional, de três biomateriais frequentemente utilizados para o aumento da crista alveolar. Coelhos foram submetidos à elevação bilateral do seio maxilar utilizando três diferentes tipos de materiais de preenchimentos de espaço: Hidroxiapatita bovina, beta-trifosfato de cálcio ou fosfato bifásico de cálcio. Os animais foram sacrificados em uma semana, cinco semanas e 6 meses. Foram realizadas amostras tomográficas e exames histológicos. Como resultado foi observado que todos os três biomateriais particulados, promoveram osteogênese

nos animais. Ao sexto mês, a taxa de reabsorção óssea foi significativamente diferente entre os três tipos de biomateriais. A maior taxa de reabsorção foi encontrada no beta-trifosfato de cálcio. Ao sexto mês, o osso estava em íntimo contato com as partículas de Hidroxiapatita constituindo uma composição em rede. Em contrapartida, as partículas de fosfato bifásico de cálcio, estavam frequentemente rodeadas de tecido mole. Não houve diferença estatística no volume ósseo encontrado nos pontos de avaliação do trabalho. Como conclusão foi observado que os três tipos de biomateriais podem ser efetivos no processo de osteogênese. As altas taxas de reabsorção e a completa substituição dos biomateriais por osso parecem resistir à pressão intra sinusal. Maiores investigações em humanos devem ser avaliadas e realizadas em um período mais longo de tempo.

Nagasawa et al. (2013), realizaram um estudo com o objetivo de demonstrar em um modelo animal, resultados histológicos de mudanças degenerativas na estabilização da osseointegração sob carga precoce e sob carga excessiva oclusal. Um total de 40 ratos foram divididos em grupo controle e grupo teste. Os primeiros e segundos molares da maxila de ambos os lados dos animais foram extraídos e os implantes foram instalados. No grupo experimental duas ou quatro semanas depois do procedimento cirúrgico os implantes receberam os "abutments" com excesso de carga, já no grupo controle os implantes não receberam "abutments" e permaneceram intactos em duas e quatro semanas. Como resultado foi observado que o desgaste do dente antagonista e os pontos brilhantes dos "abutments" indicaram que este modelo foi útil para a avaliação histológica do osso ao redor do implante. As amostras demonstraram perda óssea e deterioração da osseointegração quando receberam sobrecargas em duas semanas. Sobrecarga aplicada após quatro semanas induziram uma reabsorção óssea em áreas remotas dos implantes após 15 dias de oclusão enquanto a reabsorção óssea na interface foi limitada. Como conclusão foi observada que a sobrecarga nos implantes provoca mudanças degenerativas na osseointegração e

resultam em reabsorção óssea ao redor do implante. Estes resultados enfatizam os riscos associados com implantes que recebem carga imediata ou sobrecarga.

Park et al. (2013), apresentaram um estudo que tinha como objetivo investigar os efeitos da irradiação UV-C em superfície anodizada de titânio e avaliar também a resposta tecidual resultante. Foram utilizados 25 discos de titânio e 56 implantes comercialmente puros e anodizados. As amostras foram divididas em grupo controle (anodizadas) e grupo teste (anodizadas e irradiadas com UV-C e esterilizadas 24 horas antes do experimento). Os implantes foram instalados em coelhos e análises de histomorfometria foram realizadas no período de cicatrização de 4 a 12 semanas. Como resultado foi observado que a topografia da superfície e a camada de óxido não resultaram em diferenças estatísticas entre os grupos teste e controle. As impurezas do carbono na superfície foram diminuídas após a irradiação UV-C. Após o período de quatro semanas os implantes testes demonstraram um alto valor de contato osso/implante(BIC). Não houve diferenças estatísticas entre os grupos na análise de histomorfometria no período de 12 semanas. Como conclusão pode-se observar que a irradiação UV-C de implantes de titânio anodizados realizou a esterilização (via bactericida UV), promovendo uma precoce resposta óssea em tibia de coelhos.

Rosa et al. (2013), apresentaram um trabalho que teve como objetivo caracterizar as superfícies de implantes brasileiros por interferometria de luz e avaliar o nível de controle do processo do tratamento de superfície. Os implantes dentários de cinco grandes indústrias brasileiras foram avaliados topograficamente. As superfícies dos implantes foram avaliadas em seus topos, depressões e roscas, totalizando nove medidas por cada unidade. Os implantes e os resultados foram separados em grupos por tipos de tratamento de superfície e comparados com implantes internacionais utilizados como referências. Os implantes examinados presentes apresentaram uma média de desvio de rugosidade de 1µm, o qual foram consideradas minimamente rugosas, exceto pelo

implante da SIN-SW ($1,01\mu\text{m}$) e o design Vulcano ($1,26\mu\text{m}$). Os valores de aumento variaram consideravelmente em relação aos implantes de referência, com valores menores em grupos de implantes com tratamento de superfície de jateamento e ataque ácido e com os mais altos valores obtidos no grupo de tratamento de ataque ácido e anodização. Houve diferenças estatísticas entre os lotes dos implantes para todas as empresas avaliadas, indicando uma variância substancial na topografia do implante de um lote para o outro. Como conclusão foi observado que os baixos valores de rugosidades encontrados e as diferenças entre os valores das amostras, sugerem que estas empresas deveriam melhorar o tratamento de superfície dos seus implantes para se obter uma rugosidade mais uniforme.

3 - PROPOSIÇÃO

A proposta deste estudo “in vivo” foi comparar no período de 02, 04 e 08 semanas, um tratamento inovador de superfície de implante nanoestruturada de 3º geração, com outras duas superfícies de implantes, sendo uma com duplo ataque ácido térmico e a outra com superfície lisa, avaliando:

1- A qualidade e a velocidade da osseointegração obtida nos três grupos testados.

4 - MATERIAL E MÉTODO

Por envolver o uso de animais, antes do início do presente estudo, obteve-se a aprovação do Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Bandeirante de São Paulo - UNIBAN, São Paulo, segundo certificado do protocolo 009/13, emitido em 10 de Dezembro de 2013, estando de acordo com os princípios éticos da experimentação animal adotados pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) - Anexo 1.

4.1 - MATERIAL

4.1.1 - Animais

- 09 ratos Wistar, machos, adultos pesando entre 300g e 350g no início dos experimentos, provenientes da (ANILAB - Animais de laboratório);

4.1.2 - Implantes

Os implantes foram cedidos pela empresa SIN - Sistema de Implante e confeccionados especialmente para este estudo.

- 09 Implantes sem tratamento de superfície, específico para ratos, com diâmetro de 1,4mm e altura de 2,7mm;

- 09 Implantes com tratamento de superfície de duplo ataque ácido térmico, específico para ratos, com diâmetro de 1,4mm e altura de 2,7mm;

- 09 Implantes com tratamento de superfície nano estruturada de 3º geração, específico para ratos, com diâmetro de 1,4mm e altura de 2,7mm.

4.1.3 - Instrumentais

- Chaves hexagonais 0,9mm (SIN), para inserção dos implantes;
- Brocas de enxerto ósseo diâmetro 1,2mm, para confecção dos alvéolos cirúrgicos (SIN);
- Instrumental Cirúrgico;
- Lâminas de barbear para tricotomia;
- Lâminas de bisturi n 15;
- Motor para instalação de implantes (Smart Driller);
- Contra Ângulo para Implantodontia (WeH);
- Broca Zecria para alta rotação.

4.1.4 - Medicações

- Pentobarbital Sódico 3% (100µl/100gr);
- Paracetamol pediátrico (1 gota/dia);
- Polivinilpirrolidona-iodo;
- Soro fisiológico (Cloreto de sódio 0,9%).

4.1.5 - Descartáveis

- Campos cirúrgicos descartáveis;
- Fio de sutura de ceda 4.0;
- Gazes estéreis;
- Luvas Cirúrgicas estéreis;
- Luvas de procedimentos;
- Máscaras;
- Toucas;
- Seringas estéreis descartáveis de 1ml sem agulha.

4.1.6 - Manutenção dos animais

- Caixas de polipropileno medindo 41X34X16cm;
- Ração e água para alimentação dos animais.

4.1.7 - Materiais para fixação e desidratação das amostras

- Formol 10%;
- Álcool 60%, 70%, 80%, 99%;
- Resina de poliéster (Crislight);
- Metilmetacrilato.

4.1.8 - Materiais para corte e análise das amostras

- Disco diamantado para corte das amostras;
- Azul de toluidina;
- Microscópio óptico de luz.

4.2 - MÉTODO

4.2.1 - Manuseio inicial dos animais

Os animais chegaram ao laboratório de farmacologia experimental (LAFE), na data de 06/03/2014 (uma semana antes dos procedimentos cirúrgicos). Estes foram alojados em caixas de polipropileno medindo 41X34X16cm, contendo no máximo 1 animal por caixa.

Durante o período pré-cirúrgico e pós-cirúrgico, os animais receberam ração padrão para roedores e água a vontade. As condições do laboratório experimental seguiram as normas propostas pelo Comitê Brasileiro de Experimentação Animal.

4.2.2 - Implantes confeccionados para os animais

O tratamento foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Pós (LATEP) da Divisão de Processamento e Caracterização de Materiais (DPCM) do INT. Dez (10) implantes de titânio puro fornecido (referência MOI 27 Par. Imp. p/Rato, Lote H30782) da empresa SIN foram submetidos ao tratamento químico para indução de nanoporosidade na superfície, de acordo com as seguintes etapas.

Um (01) implante ficou no INT para análise da superfície em microscópio eletrônico de varredura de alta resolução MEV-FEG no Centro de Caracterização em Nanotecnologia (CENANO/INT).

Os implantes foram limpos por uma sequência de banho ultrassônico para eliminar as impurezas orgânicas superficiais:

- banho em detergente com água destilada; enxague com água destilada; banho em acetona; enxague com água destilada; banho em etanol; enxague com água destilada – 10 min. cada.
- secagem em estufa a 60°C por 1 hora.

Após o banho, os implantes foram submetidos à decapagem ácida, visando à descontaminação de impurezas da superfície formada durante o processo de conformação. A decapagem ácida é realizada utilizando HNO₃ e HF na proporção 10:1.

Os implantes foram imersos por 5 min. na solução, em seguida enxaguados 3 vezes com água destilada para completa remoção da mistura de ácidos, e secos em estufa a 60°C por 1 hora. Após a limpeza foram submetidos ao tratamento de oxidação química com uma solução oxidante à base de H₂SO₄ 97% e H₂O₂ aquoso 30% em proporções volumétricas iguais. Os reagentes foram misturados

em banho de gelo para controlar a exotermia. Após a mistura dos reagentes a solução foi mantida fora da cuba de gelo até atingir a temperatura ambiente. Em seguida, os implantes foram imersas em solução oxidante durante um período de 1-5 h, a temperatura ambiente e sob agitação contínua.

Após o tratamento de oxidação química, os implantes foram submetidos a 3 enxágues com água destilada em banho de ultrassom, para completa remoção da solução oxidante de H₂SO₄/H₂O₂. Em seguida foram secos em estufa a 60°C por 1 hora.



Figura 1 - Implante cedidos pela empresa SIN – Sistema de Implantes, exclusivos para o trabalho.

Os três tipos de tratamento de superfície destes implantes foram:

- Implantes não contendo nenhum tratamento de superfície (Superfície lisa);
- Implantes com tratamento de superfície de duplo ataque ácido térmico;
- Implantes com tratamento de superfície nanoestruturada de 3° geração.

Todos os implantes tinham as mesmas medidas, que eram de 1,4mm de diâmetro e 2,7mm de altura.

Estes implantes foram esterilizados por radiação pela empresa SIN-Sistema de Implantes e só abertos na hora de sua instalação no ato cirúrgico.

4.2.3 - Preparo pré-operatório dos animais

Os animais, pesados previamente, foram imobilizados manualmente, enquanto se injetava a dose correspondente de Pentobarbital Sódico a 3% (100 μ l/100gr), de acordo com o protocolo de anestesia sugerido pelo Manual CONCEA (2013), via intraperitoneal, após anti-sepsia com polivinilpirrolidona-iodo da região femoral. Com a manifestação do efeito anestésico, foi realizada a tricotomia da região do fêmur esquerdo.



Figura 2 - Tricotomia da região do fêmur esquerdo.

4.2.4 - Procedimento cirúrgico

O acesso cirúrgico foi iniciado por uma incisão retilínea com bisturi N°3 e lâmina 15c ao longo do fêmur esquerdo dos animais. Nesta incisão a ponta da lâmina foi apoiada em tecido ósseo do fêmur e após esta concluída foi realizada a divulsão com espátula de Freer para separar a derme e o tecido muscular do fêmur do animal sem deixar o perióstio em contato com o osso.



Figura 3 - Exposição do tecido ósseo para preparo do alvéolo cirúrgico.

A região cirúrgica foi mantida afastada com afastadores de Sean, enquanto os alvéolos cirúrgicos eram criados com brocas de enxerto ósseo de 1,2mm (SIN) presas no contra ângulo para Implantodontia (WeH) com motor para Implantodontia em velocidade de 1800rpm e irrigação de soro fisiológico em abundância.



Figura 4 - Perfurações para criação do alvéolo cirúrgico.

Após a criação dos três alvéolos cirúrgicos, os implantes foram instalados com o auxílio de chaves hexagonais 0,9mm, até que seus colares estivessem ao nível ósseo (implante totalmente intraósseo).



Figura 5 - Inserção do implante no tecido ósseo.

Os implantes seguiram uma ordem de instalação para ser possível saber qual tipo de tratamento de superfície o implante tinha na hora da avaliação histológica.

Foi decidido que em todos os animais, o implante mais superior do fêmur teria tratamento de superfície nanoestruturada de 3^o geração, o implante central teria tratamento de superfície de duplo ataque ácido térmico e o implante mais inferior seria o de superfície lisa (sem tratamento de superfície).



Figura 6 - Implantes instalados no tecido ósseo.

Com os três implantes instalados em posição, a massa muscular foi reposicionada e realizou-se somente a sutura do plano epidérmico (fio de seda 4.0).



Figura 7 - Sutura da ferida cirúrgica.

Após os animais se recuperarem da anestesia foi administrado Paracetamol infantil, 1 gota/dia, durante 3 dias.

4.2.5 - Períodos de estudo

Para a avaliação das etapas da osseointegração, os períodos adotados neste estudo seguiram a cronologia estabelecida através do trabalho de Xiropaidis et al., (2005) e através do trabalho de Calvo-Guirado et al., (2010). Assim, os períodos estudados foram de duas semanas, quatro semanas e oito semanas após o procedimento cirúrgico.

4.2.6 - Histórico pós-cirúrgico

A pesquisa transcorreu sem infecção, morte de animais ou qualquer outro tipo de intercorrência. Na tabela a seguir, são descritos os grupos e suas respectivas datas de cirurgia e sacrifício.

Tabela 4.1 – Grupos estabelecidos para estudo e as datas da cirurgia e sacrifício

Grupo	Cirurgia	Sacrifício
G1	13/03/2014	27/03/2014
G2	13/03/2014	10/04/2014
G3	13/03/2014	08/05/2014

Os animais foram sacrificados com uma dose letal de anestésico e os fêmures imediatamente removidos.

4.2.7 - Preparo para o processamento histológico

Os fêmures foram removidos inicialmente por divulsão da epiderme e das inserções musculares e finalmente por desarticulação do osso. As peças foram imersas em uma solução de formol 10% pelo período de 24 horas para fixação.

Estas amostras então foram lavadas por 24 horas e desidratadas em uma série de soluções de álcool, que foram de 70%, 80%, 90% e 100%, conforme metodologia adotada por Bonfante et al., (2013).

Após estes procedimentos de fixação, os fêmures dos animais (contendo três implantes cada), foram cortados com broca cirúrgica Zecria em alta rotação, em três porções menores (cada uma contendo um implante), obtendo-se assim, uma amostra com 3mm de osso ao redor de todo o implante. Estas amostras obtidas foram incluídas em resina de Poliéster (proporção 5/1). Foi realizada então

a espatulação da resina por 2 minutos, até que esta ficasse homogênea, e logo em seguida a resina foi despejada nas amostras até que estas estivessem todas cobertas pelo material. Ao término da inclusão as amostras ficaram descansando por 8 horas para que a resina atingisse sua presa final e ai sim as amostras pudessem ser cortadas.

Ao término deste processo, os espécimes foram cortados longitudinalmente, em máquina de corte universal, com discos de diamante e com a espessura de 200 μ m.

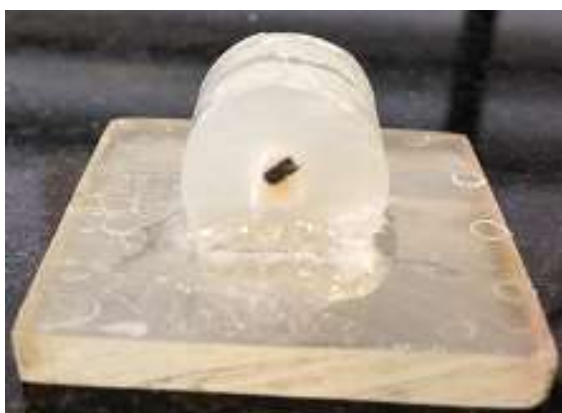


Figura 8 - Amostra após ser cortada na máquina de precisão de corte.



Figura 9 - Amostra após ser destacada.

As amostras foram hidratadas em água destilada por 15 minutos e coradas em solução de azul de toluidina a 1%, durante 4 minutos. Após esta coloração as amostras foram lavadas em água corrente por 20 minutos e levadas para fotografia e análise no microscópio óptico de luz, para avaliação histológica da osseointegração, observando o limite do implante, a neoformação óssea, além da velocidade de osseointegração nos três sistemas, com diferentes superfícies de implantes testados.

5 - RESULTADOS

5.1 - Superfície sem nenhum tratamento

Os implantes sem tratamento de superfície, não apresentaram no 14° dia do procedimento cirúrgico formação óssea (pior resultado entre as amostras testadas), demonstrando um grande espaço ao redor do implante, portando seu BIC (contato osso/implante) se apresentou baixo (Figura 1. Painéis A e B).

Ao 28° dia do procedimento cirúrgico pode-se notar uma reabsorção óssea ao redor do implante e em algumas regiões uma nova formação óssea. Ainda é possível ver espaço ao redor de sua superfície, resultando também em um BIC baixo (Figura 2. Painéis C e D).

Já no 56° dia do procedimento cirúrgico foi observado uma maior formação óssea comparado com o período de 28 dias, apresentando uma quantidade maior de osso neoformado ao redor de sua superfície e diminuindo os espaços ao redor do implante, resultando em um BIC mediano (Figura 3. Painéis E e F). Os insertos representam a área demarcada na imagem (interface osso/implante).

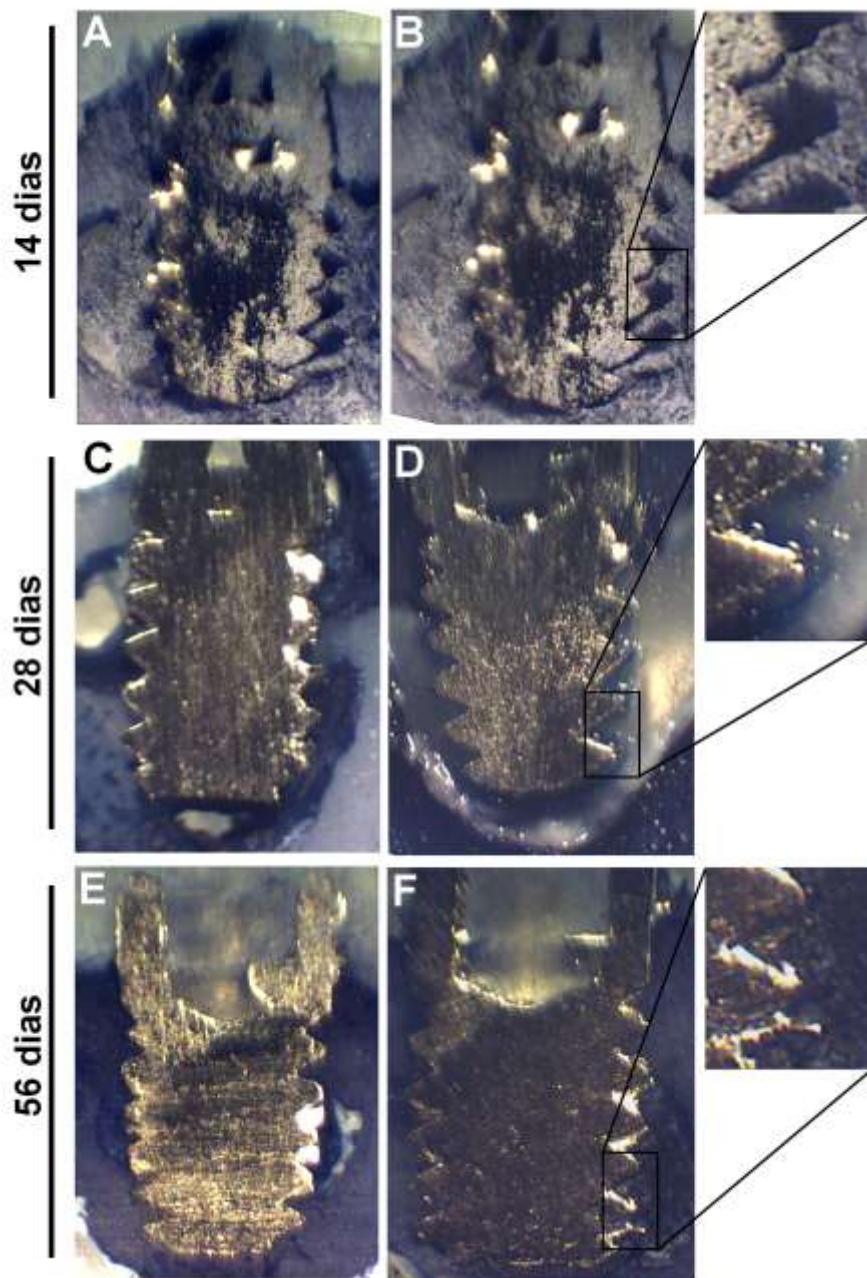


Figura 10 - Implante sem tratamento de superfície: As amostras foram cortadas longitudinalmente, em máquina de corte universal, com a espessura de até 200 μ m e então foram coradas em solução de azul de toluidina a 1% para análise no microscópio óptico de luz. Os painéis A e B representam a avaliação após 14 dias da instalação do implante, tendo A três aumentos microscópicos e B tendo quatro aumentos microscópicos. Os painéis C e D representam a avaliação após 28 dias da instalação do implante, tendo C três aumentos microscópicos e D tendo quatro aumentos microscópicos. Os painéis E e F representam a avaliação após 56 dias da instalação do implante, tendo E três aumentos microscópicos e F tendo quatro aumentos microscópicos. As imagens destacadas demonstram a interface osso/implante.

5.2 - Superfície tratada com duplo ataque ácido térmico.

As superfícies tratadas com duplo ataque ácido térmico apresentaram no 14º dia do procedimento cirúrgico uma nova formação óssea, porém ainda com espaços entre a superfície do implante e a superfície óssea, resultando em um BIC mediano (Figura 2. Painéis A e B).

Aos 28 dias do procedimento cirúrgico, foi notada uma formação óssea quase completa na região, eliminando a maioria dos espaços ao redor da superfície do implante, resultando em um BIC alto (Figura 2. Painéis C e D).

No 56º dia do procedimento cirúrgico, foi observada uma formação óssea completa ao redor da superfície do implante, apresentando um osso de melhor qualidade, resultando em um BIC alto e satisfatório (Figura 3. Painéis E e F). Os insertos representam a área demarcada na imagem (interface osso/implante).

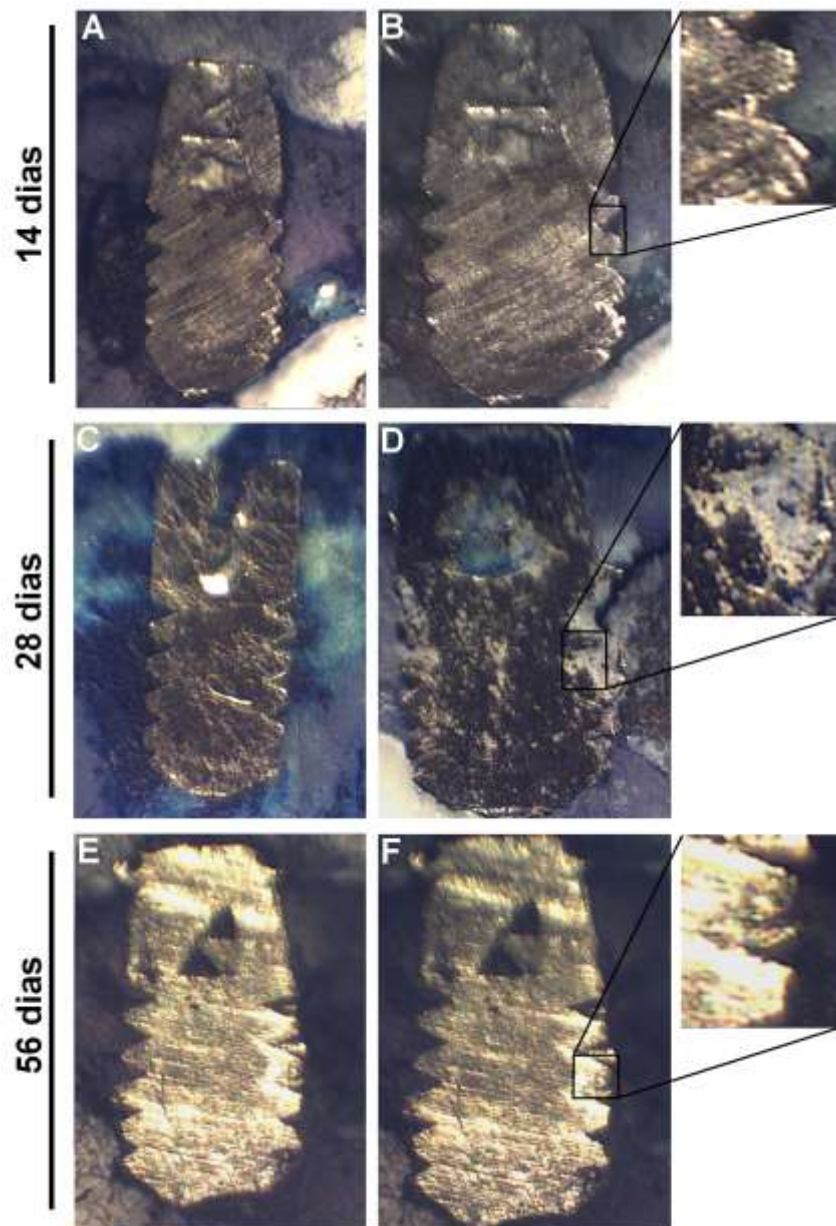


Figura 11 - Implante com tratamento de superfície de duplo ataque ácido térmico: As amostras foram cortadas longitudinalmente, em máquina de corte universal, com a espessura de até 200 μ m e então foram coradas em solução de azul de toluidina a 1% para análise no microscópio óptico de luz. Os painéis A e B representam a avaliação após 14 dias da instalação do implante, tendo A três aumentos microscópicos e B tendo quatro aumentos microscópicos. Os painéis C e D representam a avaliação após 28 dias da instalação do implante, tendo C três aumentos microscópicos e D tendo quatro aumentos microscópicos. Os painéis E e F representam a avaliação após 56 dias da instalação do implante, tendo E três aumentos microscópicos e F tendo quatro aumentos microscópicos. As imagens destacadas demonstram a interface osso/implante.

5.3 - Superfície nanoestruturada de 3° geração.

Os implantes nanoestruturados de terceira geração apresentaram no 14° dia do procedimento cirúrgico, uma grande formação óssea ao redor de sua superfície, apresentando poucos espaços entre o implante e a superfície óssea, resultando em um BIC alto (Figura 3. Painéis A e B).

Aos 28 dias do procedimento cirúrgico, foi observado que a formação óssea ao redor do implante está completa, não apresentando espaços entre a superfície do implante e a superfície óssea, resultando em um BIC alto e satisfatório (Figura 3. Painéis C e D).

Ao 56° dia do procedimento cirúrgico, a formação óssea ao redor do implante está completa e foi observado um osso de melhor qualidade aderido em toda sua superfície, continuando a apresentar um BIC alto e satisfatório (Figura 3. Painéis E e F). Os insertos representam a área demarcada na imagem (interface osso/implante).

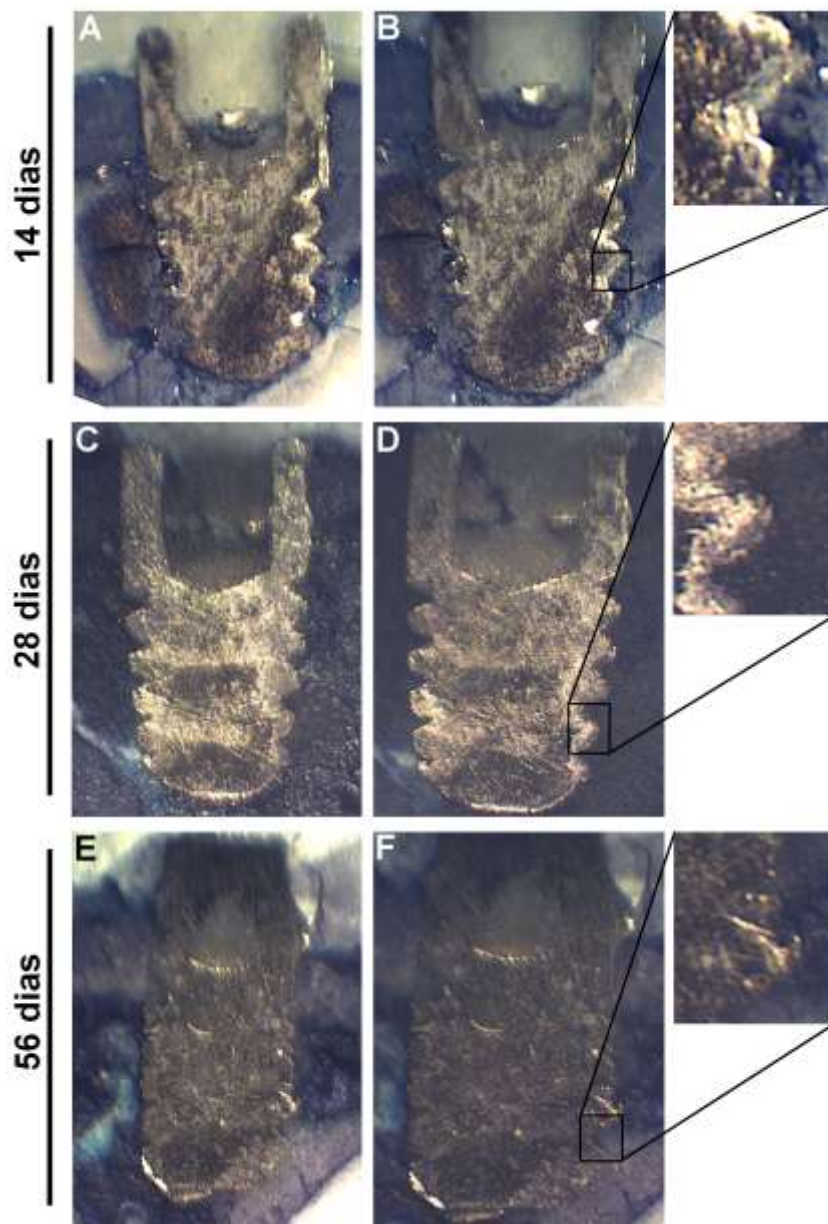


Figura 12 - Implante nanoestruturado de 3° geração: As amostras foram cortadas longitudinalmente, em máquina de corte universal, com a espessura de até 200 μ m e então foram coradas em solução de azul de toluidina a 1% para análise no microscópio óptico de luz. Os painéis A e B representam a avaliação após 14 dias da instalação do implante, tendo A três aumentos microscópicos e B tendo quatro aumentos microscópicos. Os painéis C e D representam a avaliação após 28 dias da instalação do implante, tendo C três aumentos microscópicos e D tendo quatro aumentos microscópicos. Os painéis E e F representam a avaliação após 56 dias da instalação do implante, tendo E três aumentos microscópicos e F tendo quatro aumentos microscópicos. As imagens destacadas demonstram a interface osso/implante.

6 - DISCUSSÃO

Quando Branemark et al. 1969, apresentaram seu trabalho para avaliar os fatores que permitem o sucesso de implantes odontológicos, foi criado um novo campo para pesquisas referentes a este novo tema.

Um dos primeiros temas que foi objeto de estudo na, então recente, nova implantodontia foi o fenômeno da osseointegração, que até o momento era muito desconhecido. Adell et al. em 1981 e Branemark et al. em 2001, definem esse processo como uma conexão estrutural e funcional direta entre o tecido ósseo e a superfície do implante submetido à carga. Esse fenômeno ocorre a partir do momento em que o implante odontológico entra em contato com o coágulo sanguíneo. Neste momento inicia-se o processo de adesão plaquetária e a fibrinólise na camada de óxido de titânio do implante. Quando as plaquetas e o fibrinogênio são ativados acontece a formação de uma rede intensa de fibrinas que irá modificar o coágulo sanguíneo. Esse coágulo modificado irá liberar células mensageiras que, por sua vez, atrairão células mesenquimais. Estas células mesenquimais irão se diferenciar em pré-osteoblastos que se diferenciarão em osteoblastos, que em seguida serão responsáveis pela neoformação da matriz óssea.

Conforme esse campo de pesquisa foi avançando ficou cada vez mais claro que a topografia dos implantes influencia na qualidade da osseointegração, sendo assim começaram a ser produzidos implantes com uma rugosidade de até 1,5 micrômetros, como relataram Groisman; Vidigal-Jr em 2005 e Elias et al. em 2008. Outro fator que foi pesquisado diz respeito ao tratamento químico das superfícies dos implantes. Estes estudos comprovaram que o tratamento químico da superfície dos implantes influencia na qualidade e na velocidade da osseointegração.

O presente estudo seguiu esta linha de raciocínio para apresentar uma superfície inovadora, que pode promover uma osseointegração de melhor qualidade em períodos mais curtos de tempo.

Wennerberg et al. em 1995, demonstraram que a superfície dos implantes dentários quando tratadas apresentavam uma melhor qualidade e velocidade no fenômeno da osseointegração, dados que corroboram com os resultados deste estudo, onde os implantes instalados sem nenhum tipo de tratamento apresentaram uma qualidade inferior referente a osseointegração e também uma velocidade de osseointegração mais lenta. Quando observamos as imagens de microscopia em duas semanas do procedimento cirúrgico, notamos claramente que os implantes sem tratamento de superfície apresentaram resultados inferiores no processo de osseointegração quando comparados com os implantes que receberam algum tipo de tratamento.

Outro fator importante, e que deve ser mencionado é a relação da topografia da superfície, onde Meirelles em 2010 relata em seu trabalho que as superfícies nanoestruturadas tem apresentado resultados que demonstram que a densidade das nanoestruturas tem uma grande importância na formação óssea. No presente estudo também avaliamos uma superfície nanoestruturada e pudemos observar que nas duas primeiras semanas a formação óssea ao redor desta superfície tratada com o material nanométrico foi maior que na superfície tratada com duplo ataque ácido e, ainda, muito maior do que na superfície sem nenhum tipo de tratamento. Após quatro semanas ainda foi possível observar esta diferença na formação óssea na interface implante-matriz óssea, onde as superfícies nanoestruturadas promoveram uma maior formação óssea, e por sua vez de melhor qualidade, quando comparada aos outros tipos de implantes. Resultado que deixa evidente que a velocidade da osseointegração na superfície nanoestruturada foi maior que nas outras superfícies testadas e confirmando os resultados apresentados por Meirelles em 2010, que utilizou outro tipo de nanoestrutura.

Quando comparamos os resultados após oito semanas do procedimento cirúrgico, podemos perceber que as formações ósseas ao redor das superfícies estudadas já estão mais homogêneas, mostrando resultados comparativamente menos discrepantes.

Estes resultados são muito semelhantes ao do trabalho apresentado por Lang et al. em 2011, onde foram comparados dois tipos de superfícies de implantes odontológicos (SLA e SLActive), neste trabalho a superfície SLActive apresentou uma porcentagem de osso neoformado muito maior nos primeiros 28 dias, porém quando avaliados em 42 dias esta porcentagem de osso neoformado era praticamente a mesma nos dois grupos avaliados, demonstrando que a diferença entre as duas superfícies se deu preferencialmente em relação a velocidade da osseointegração.

Podemos dizer que o implante nanoestruturado testado, é mais hidrofílico do que o implante tratado com duplo ataque ácido e que o implante que não recebeu nenhum tipo de tratamento, fato que pode favorecer uma melhor regeneração do tecido ósseo em curtos períodos. As alterações químicas nesta superfície testada, aparentemente promovem uma maior atração de moléculas de cicatrização, como plaquetas, fibrinogênio e componentes da matriz mineral com uma maior efetividade que as outras superfícies avaliadas, mostrando resultados favoráveis em um períodos pós-operatórios mais curtos.

Quando alteramos a área de superfície do implante, tornando-a mais homogênea, o implante fica mais propício a adesão de estruturas moleculares importantes, evitando o processo inflamatório agudo promovido pelo procedimento cirúrgico, e assim acelerando o processo de cicatrização óssea. Partindo deste princípio, se temos uma superfície de topografia nanoestruturada, acabamos por aumentar a área de superfície do implante, proporcionando um aumento da área de interface entre o tecido ósseo e o implante, resultando em uma quantidade maior de osso neoformado ao redor deste implante.

Por fim devemos ressaltar que tanto a topografia quando o tratamento de superfície dos implantes odontológicos são de extrema importância para a velocidade e qualidade da osseointegração e que apesar desses tratamentos elevarem a taxa de sucesso nos procedimentos odontológicos, é importante ressaltar que sempre deve prevalecer um bom planejamento pré-operatório, para que se possa escolher o tipo de implante mais indicado para cada caso.

7 - CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados pudemos concluir que:

1- Pela diferença na quantidade de osso neoformado nas primeiras duas e quatro semanas após o procedimento cirúrgico, a superfície nanoestruturada de 3º geração apresentou uma velocidade maior no processo de osseointegração, quando comparada com as outras superfícies estudadas;

2- A partir da oitava semana do procedimento cirúrgico essas diferenças atingiram um ponto de equivalência.

8 - REFERÊNCIAS

Adell R, Lekholm U, Rockler B, Branemark PI. A 15 year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*. 1981;10:387-416.

Albrektsson T, Branemark P.-I, Hansson H.A., Lindstrom J. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone-to-implant anchorage in man. *Acta Orthopaedica Scandinavica* 1981;52:155-70.

Barter S; Stone P; Brägger U. A pilot study to evaluate the success and survival rate of titanium-zirconium implants in partially edentulous patients: results after 24 months of follow-up. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(7):873-81.

Bernardes SR, Claudino M, Sartori IAM. Relevância clínica do tratamento de superfície de implantes dentários. *Jornal ILAPEO* 2012;6(2):65-74.

Bonfante EA; Granato R; Marin C; Jimbo R; Giro G; Suzuki M; Coelho PG. Biomechanical testing of microblasted, acid-etched/microblasted, anodized, and discrete crystalline deposition surfaces: an experimental study in beagle dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28(1):136-42.

Bornstein MM, Lussi A, Schmid B, Belser UC, Buser D. Early Loading of Nonsubmerged Titanium Implants with a Sandblasted and Acid-Etched (SLA) Surface: 3-year Results of a Prospective Study in Partially Edentulous Patients. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003;18(5):659-66.

Brånemark R; Brånemark PI; Rydevik B; Myers RR. Osseointegration in skeletal reconstruction and rehabilitation: a review. *J Rehabil Res Dev*; 38(2): 175-81, 2001 Mar-Apr.

Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J, Ohlsson A. Intraosseous anchorage of dental prostheses I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3:81-100.

Brandão ML, Esposti TBD, Bisognin ED, Harari ND, Vidigal Jr GM, Conz MB. Superfície dos implantes osseointegrados X resposta biológica / Dental implants surface X biological response: a literature review. *Revista ImplantNews* 2010; 7(1):95-101.

Brechtel M; Nilson H; Lundgren S. Oxidized titanium implants in reconstructive jaw surgery. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7Suppl 1:S83-7.

Buchs AU; Hahn J; Vassos DM. Efficacy of threaded hydroxyapatite-coated implants in the anterior mandible supporting overdentures. *Implant Dent* 1996; 5(3): 188-92.

Buchs AU; Hahn J; Vassos DM. Efficacy of threaded hydroxyapatite-coated implants placed in the Anterior Maxilla. *Implant Dent* 1995; 4(4): 272-75.

Buchs AU; Hahn J; Vassos DM. Efficacy of threaded hydroxyapatite-coated implants placed in the posterior mandible in support of fixed prostheses. *Implant Dent* 1996;5(2):106-10.

Buser D; Schenk RK; Steinemann S; Fiorellini JP; Fox CH; Stich H. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants. A histomorphometric study in miniature pigs. *J Biomed Mater Res*; 25(7): 889-902, 1991 Jul.

Calvo-Guirado JL; Ortiz-Ruiz AJ; Negri B; López-Marí L; Rodriguez-Barba C; Schlottig F. Histological and histomorphometric evaluation of immediate implant placement on a dog model with a new implant surface treatment. *Clin Oral Implants Res* 2010;21(3):308-15.

Chiapasco M; Casentini P; Zaniboni M; Corsi E; Anello T. Titanium-zirconium alloy narrow-diameter implants (Straumann Roxolid®) for the rehabilitation of horizontally deficient edentulous ridges: prospective study on 18 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(10):1136-41.

Cochran DL; Schenk RK; Lussi A; Higginbottom FL; Buser D. 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*; 40(1): 1-11, 1998 Apr.

Davies JE. Mechanisms of endosseous integration. *Int J Prosthodont*; 11(5): 391-401, 1998 Sep-Oct.

Degidi M; Petrone G; Iezzi G; Piattelli A. Histologic evaluation of a human immediately loaded titanium implant with a porous anodized surface. *Clin Implant Dent Relat Res* 2002;4(2):110-4.

Elias CN, Lima JHC, Santos MV. Modificações na superfície dos implantes dentários: da pesquisa básica à aplicação clínica. *Revista ImplantNews* 2008;5(5);467-76.

Fischer K. Resultados de 10 anos dos implantes SLA em maxilares totalmente sem dentes. *ITI World Symposium*, 15-17 Abr 2010, Genebra, Switzerland.

Ganeles J; Zöllner A; Jackowski J; ten Bruggenkate C; Beagle J; Guerra F. Immediate and early loading of Straumann implants with a chemically modified surface (SLActive) in the posterior mandible and maxilla: 1-year results from a prospective multicenter study. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(11):1119-28.

Gehrke SA, Colasso JC, Santos M, Dedavid BA, Fabro MD, Taschieri S. Observación in vitro e in vivo de implantes arenados por micropartículas de óxido de titanio / An in vitro and in vivo observation of implants sandblasted with titanium oxide microparticles. *Actas odontol* 2011;8(2):27-34.

Glauser R; Zembic A; Ruhstaller P; Windisch S. Five-year results of implants with an oxidized surface placed predominantly in soft quality bone and subjected to immediate occlusal loading. *J Prosthet Dent* 2007;97(6 Suppl):S59-68.

Gottlander M; Albrektsson T; Carlsson LV. A histomorphometric study of unthreaded hydroxyapatite-coated and titanium-coated implants in rabbit bone. *Int J Oral Maxillofac Implants*; 7(4): 485-90, 1992.

Groisman M, Ferreira HMB, Frossard WM, Filho LMM, Harari ND. Clinical Evaluation of Hidroxyapatite- Coated Single- Tooth Implants: A 5 year Retrospective Study. *Pract Proced Aesthet Dent* 2001;13(5):355-360.

Groisman M, Vidigal-Jr GM. Tipos de superfícies de implantes. IN: Sobrape, (Org). *Periodontia e Implantodontia- Atuação clínica baseada em evidências científicas. Sobrape*;2005. V.14,p.1-14.

Hall J; Miranda-Burgos P; Sennerby L. Stimulation of directed bone growth at oxidized titanium implants by macroscopic grooves: an in vivo study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005;7 Suppl 1:S76-82.

Huang YH; Xiropaidis AV; Sorensen RG; Albandar JM; Hall J; Wikesjö UM. Bone formation at titanium porous oxide (TiUnite) oral implants in type IV bone. *Clin Oral Implants Res* 2005;16(1):105-11.

Knobloch L; Larsen PA; Rashid B; Carr AB. Six-month performance of implants with oxidized and machined surfaces restored at 2, 4, and 6 weeks postimplantation in adult beagle dogs. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2004;19(3):350-6.

Lambert F; Leonard A; Lecloux G; Sourice S; Pilet P; Rompen E. A comparison of three calcium phosphate-based space fillers in sinus elevation: a study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants*2013;28(2):393-402.

Lang NP, Salvi GE, Huynh-Ba G, Ivanovski S, Donos N, Bosshardt DD. Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans. *Clin Oral Implants Res* 2011;22:349-56.

Le Guéhennec L; Soueidan A; Layrolle P; Amouriq Y. Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dent Mater*; 23(7): 844-54, 2007 Jul.

Lethaus B, Kalber J, Petrin G, Brandstatter A, Weingart D. Early Loading of Sandblasted and Acid-Etched Titanium Implants in the Edentulous Mandible: A prospective 5-Year Study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2011;26(4):887-92.

Liñares A; Mardas N; Dard M; Donos N. Effect of immediate or delayed loading following immediate placement of implants with a modified surface. *Clin Oral Implants Res* 2011;22(1):38-46.

Meirelles L. Nanoestruturas e a resposta óssea. Uma alternativa segura para a reabilitação com implantes osseointegráveis? *ImplantNews* 2010;7(2): 169-172.

Meredith N. Assessment of implant stability as a prognostic determinant. *Int J Prosthodont*; 11(5): 491-501, 1998 Sep-Oct.

Morton D, Bornstein MM, Wittneben JG, Martin WC, Ruskin JD, Hart CN, Buser D. Early Loading after 21 days of Healing of Nonsubmerged Titanium Implants with a Chemically Modified Sandblasted and Acid-Etched Surface: Two-Year Results of a Prospective Two-Center Study. *Clin Implant Dent Relat Res* 2010;12(1):9-17.

Nagasawa M; Takano R; Maeda T; Uoshima K. Observation of the bone surrounding an overloaded implant in a novel rat model. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28(1):109-16.

Nordin T; Graf J; Frykholm A; Helldén L. Early functional loading of sand-blasted and acid-etched (SLA) Straumann implants following immediate placement in maxillary extraction sockets. Clinical and radiographic result. *Clin Oral Implants Res* 2007;18(4):441-51.

Olsson M; Urde G; Andersen JB; Sennerby L. Early loading of maxillary fixed cross-arch dental prostheses supported by six or eight oxidized titanium implants: results after 1 year of loading, case series. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003; 5 Suppl 1:81-7.

Palmquist A, Omar OM, Esposito M, Lausmaa J, Thomsen P. Titanium oral implant: surface characteristics, interface biology and clinical outcome. *J R Soc Interface*. 2010;7 Suppl 5:S515-27.

Park KH; Koak JY; Kim SK; Han CH; Heo SJ. The effect of ultraviolet-C irradiation via a bactericidal ultraviolet sterilizer on an anodized titanium implant: a study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013;28(1):57-66.

Rocci A; Martignoni M; Burgos PM; Gottlow J; Sennerby L. Histology of retrieved immediately and early loaded oxidized implants: light microscopic observations after 5 to 9 months of loading in the posterior mandible. *Clin Implant Dent Relat Res* 2003;5 Suppl 1:88-98.

Rosa MB, Albrektsson T, Francischone CE, Filho HOS, Wennerberg A. Micrometric Characterization of the Implant Surfaces from the Five Largest Worldwide Implant Market. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2013; 28(2):358-65.

Schüpbach P; Glauser R; Rocci A; Martignoni M; Sennerby L; Lundgren A; Gottlow J. The human bone-oxidized titanium implant interface: A light microscopic, scanning electron microscopic, back-scatter scanning electron microscopic, and energy-dispersive x-ray study of clinically retrieved dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2005; 7Suppl 1:S36-43.

Simioni-Filho RA, Jachinoski ACP, Steffens JP. A influência do tratamento de superfície de implantes dentais na osseointegração. *Revista Implantnews* 2009;6(6):679-83.

Skalak R. biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J Prosthet Dent.* 1983;49:843-8.

Terheyden H; Lang NP; Bierbaum S; Stadlinger B. Osseointegration-communication of cells. *Clin Oral Implants Res*; 23(10): 1127-35, 2012 Oct.

Valderrama P; Bornstein MM; Jones AA; Wilson TG; Higginbottom FL; Cochran DL. Effects of implant design on marginal bone changes around early loaded, chemically modified, sandblasted Acid-etched-surfaced implants: a histologic analysis in dogs. *J Periodontol* 2011; 82(7): 1025-34.

Vidigal-Jr,GM, Groisman M, Aragones LCA, Campos Junior A. A histomorphometric analyses of hydroxyapatite- coated and uncoated titanium dental implants in rabbit cortical bone. *Implant Dent* 1999;8(3):295-302.

Wennerberg A, Albrektsson T. Effect of titanium surface topography on bone integration : a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2009;20 Suppl 4:172-84.

Wennerberg A, Albrektsson T, Andersson B, Krol JJ. A histomorphometric and removal torque study of screw-shaped titanium implants with three different surface topographies. *Clin Oral Implants Res.*1995;6:24-30.

Xiropaidis AV; Qahash M; Lim WH; Shanaman RH; Rohrer MD; Wikesjö UM; Hall J. Bone-implant contact at calcium phosphate-coated and porous titanium oxide (TiUnite)-modified oral implants. *Clin Oral Implants Res* 2005;16(5):532-9.

Zechner W; Tangl S; Furst G; Tepper G; Thams U; Mailath G; Watzek G. Osseous healing characteristics of three different implant types. *Clin Oral Implants Res* 2003;14(2): 150-7.

Zöllner A; Ganeles J; Korostoff J; Guerra F; Krafft T; Brägger U. Immediate and early non-occlusal loading of Straumann implants with a chemically modified surface (SLActive) in the posterior mandible and maxilla: interim results from a prospective multicenter randomized-controlled study. *Clin Oral Implants Res* 2008;19(5):442-50.

ANEXO



Universidade Anhanguera de São Paulo - UNIAN
Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA

Protocolo de entrada: 009/13

PARECER FINAL

O projeto intitulado "AVALIAÇÃO DA OSSEOINTEGRAÇÃO DE IMPLANTES COM DUPLO ATAQUE ÁCIDO TÉRMICO E NANOPARTÍCULAS DE CÁLCIO: ESTUDO EM RATOS" de responsabilidade do (a) aluno (a) **GUSTAVO VARGAS DA DA SILVA**, matriculado (a) no curso de Pós-Graduação **MESTRADO EM BIOMATERIAIS**, sob orientação do (a) Prof. (a) **CAMILLO ANAUATE NETTO**, foi analisado pela Comissão de Ética, desta Instituição, na reunião de 10 de dezembro de 2013, sendo considerado **APROVADO**.

Lembramos que qualquer alteração, informar previamente ao Comitê, pois o pesquisador poderá sofrer sanções.



Prof. Dr. Nivaldo Paulino
Presidente da Comissão de Ética