

# **Trabalho de Conclusão de Curso**

## **Tratamento de Superfície de Implantes Dentários e Seus Efeitos na Biomodulação Óssea**

**Filipe dos Santos Reis**



**Universidade Federal de Santa Catarina  
Curso de Graduação em Odontologia**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**

Filipe dos Santos Reis

**TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE IMPLANTES  
DENTÁRIOS E SEUS EFEITOS NA BIOMODULAÇÃO ÓSSEA**

Trabalho apresentado à Universidade  
Federal de Santa Catarina, como  
requisito para a conclusão do Curso de  
Graduação em Odontologia  
Orientador: Prof. Dr. Ricardo de Souza  
Magini  
Coorientador: Prof. Dr. César Augusto  
M. Benfatti

Florianópolis

2011



Filipe dos Santos Reis

**TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE DE IMPLANTES  
DENTÁRIOS E SEUS EFEITOS NA BIOMODULAÇÃO ÓSSEA**

Este trabalho de conclusão de curso foi julgado adequado para obtenção do título de cirurgião-dentista e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Odontologia da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 12 de Abril de 2012

**Banca Examinadora:**

---

Prof. Dr. Ricardo de Souza Magini  
Orientador  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Mário Vinícius Zendron  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof. Dr. Rodrigo Granato  
Universidade Federal de Santa Catarina



Dedico este trabalho à minha família,  
que sempre esteve ao meu lado me  
suportando, me dando forças e  
incentivos para alcançar os objetivos.  
Jonas, Leila e Matheus.



## AGRADECIMENTOS

“Com efeito grandes coisas fez o Senhor por nós; por isso estamos alegres.” Salmos 126:3

Agradeço a Deus, por me presentear com a vida, por me guiar e consolar durante a caminhada, pela companhia em todos os instantes, permitir que chegasse aonde cheguei e por ser tudo que sou.

Aos meus pais, Jonas e Leila, por me ensinarem os valores que possuo e o caminho por onde devo andar. Pela companhia, os conselhos, o carinho, a paciência e acima de tudo o amor.

Ao meu irmão, Matheus, por me mostrar as virtudes do estudo, por ser exemplo de conhecimento e me ajudar sem medir esforços.

À minha namorada, Tairine, pelo carinho, compreensão, motivação, amparo, respeito, confiança e principalmente pelo amor, se fazendo presente mesmo distante.

Ao Reverendo Matheus Felipe Santiago por abrir meus olhos e mostrar a direção correta, por ser instrumento vivo nas mãos de Deus em minha vida e pelos conselhos inspiradores.

À quase irmã, amiga e colega Francyne por me acompanhar durante a caminhada acadêmica me trazendo palavras de conforto, ânimo e sabedoria.

Às amigas Danieli Luchtemberg, Natalia Laureano, Lauren Bohner e Maria Fernanda Belatto pelos momentos de distração tão necessários.

Aos Professores Dr. Ricardo de Souza Magini e Dr. César Augusto Magalhães Benfatti, meu orientador e coorientador, respectivamente, por serem exemplos de sabedoria e integridade.

À Turma 07.2 por me acolherem de forma tão calorosa e se mostrarem amigos e parceiros durante estes cinco anos de jornada, sempre com palavras de incentivo e apoio.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a conclusão deste trabalho.

Que Deus abençoe todos vocês.



“É razoável supor que novas modificações na superfície dos implantes dentários serão propostas e que se afirmará que esta ou aquela superfície em particular irá promover maior osteointegração. Assim, torna-se importante para os estudantes de odontologia entender como uma superfície é modificada, como esta superfície é caracterizada e como ela realmente facilita a cicatrização e a osteointegração.”

Lindhe (2005)



## RESUMO

Implantes dentais são a vanguarda da odontologia quando o assunto é reposição de dentes perdidos. Existe hoje no mercado uma grande diversidade de sistema de implantes dentais que possuem as mais diversas características. O tratamento de superfície tem sido a modificação mais realizada, a fim de se obter uma superfície que gere uma resposta óssea mais rápida, eficaz e duradoura. O objetivo deste trabalho é avaliar algumas superfícies de implantes dentais disponíveis e verificar se estas geram uma melhor resposta óssea. Implantes com superfície usinada, ou seja, sem tratamento, estão cada vez mais em desuso e são utilizados, na maioria das vezes, apenas como controle nos estudos. Há ainda uma tendência à incorporação de materiais na superfície. Após a análise da literatura ficou claro que os tratamentos de superfícies de implantes são benéficos no que dizem respeito à resposta óssea e sobrevivência dos implantes a longo prazo.

**Palavras-chave:** Tratamento de superfície, implantes dentais, nanosuperfície, bioativo, resposta óssea.



## ABSTRACT

Dental implants are what is latest in dentistry when it comes to replacing missing teeth. Today a wide range of dental implant system that have the most diverse characteristics are available on the market. The surface treatment has been performed in order to obtain a surface that triggers a faster, effective and lasting bone response. The objective of this study was to evaluate some available surfaces of dental implants and see if they generate a better bone response. A machined surface implant, ie, without treatment, are increasingly out of use and are used, in most cases, just as control in studies. There is still a tendency to incorporate material on the surface. After reviewing the literature it became clear that the surface treatment of dental implants are beneficial in regard to bone response and long term survival.

**Keywords:** Surface treatment, dental implants, nanosurface, bioactive, bone response.



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/m<sup>2</sup> – Amperes por Metro Quadrado

BVS – Biblioteca Virtual em Saúde

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CPTi – Titânio Comercialmente Puro

H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – Ácido Sulfúrico

H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> – Ácido Fosfórico

HA - Hidroxiapatita

HCL – Ácido Clorídrico

HF – Ácido Fluorídrico

HNO<sub>3</sub> – Ácido Nítrico

Nm - Nanômetro

TPS – Spray de Plasma de Titânio

V – Volts



## SUMÁRIO

<b>1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA.....</b>	<b>21</b>
<b>2. ARTIGO.....</b>	<b>23</b>
<b>2.1. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>23</b>
<b>2.2. METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
<b>2.3. DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>2.4. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>



## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

Implantes podem ser utilizados para diversos fins, tais como: na odontologia em reposição de dentes perdidos, já na medicina em reconstrução de partes do esqueleto crânio-facial.

A implantodontia é a área da odontologia que mais cresceu e se desenvolveu nos últimos anos. Isso, em grande parte, se deve aos anseios cada vez mais crescentes dos pacientes de serem submetidos a procedimentos duradouros, estéticos e que possuam um tempo clínico reduzido. Devido a esses anseios e também pelo fato de haver uma lacuna entre a relação “características dos implantes x resultados clínicos” têm sido realizados inúmeros estudos que objetivam encontrar formas de controlar, guiar e acelerar a fixação, a resposta celular, a osteointegração e aumentar a longa vida dos implantes, visando, ainda, uma maior segurança e previsibilidade, tanto para o profissional, quanto para o paciente. Atualmente, uma das linhas de pesquisa mais trabalhadas na área da implantodontia tem sido a dos tratamentos de superfície. Os tratamentos realizados nos implantes podem ser divididos em três níveis, quanto ao tamanho das modificações apresentadas e dependendo da complexidade das características: topologias macro, micro e nanométricas. Cada um desses tratamentos é realizado de inúmeras formas e possui um objetivo distinto quanto à resposta tissular.

Os tratamentos iniciais foram os de alteração na geometria do implante, ou macro modificações. São modificações que dizem respeito às roscas dos implantes (roscas com padrão triangular, arredondado, quadrangular ou trapezoidal) e ainda ao desenho do implante (implante cilíndrico, cilíndrico rosqueável, cônico e cuneiforme). Esses tratamentos visam melhorar a estabilidade primária e a consequente possibilidade de imposição de cargas mais elevadas de forma mais precoce sem, contudo, prejudicar a osteointegração. Uma vez o implante estável, é necessário que se inicie o processo de reparação óssea que, posteriormente, irá criar um contato íntimo e estrutural do osso com o implante, processo esse chamado de osteointegração.

Alterações na microtopografia dos implantes também têm sido realizadas e estudadas, essas alterações dizem respeito principalmente às modificações de superfície. Sabe-se que as respostas biológicas à superfície dos implantes nas fases primárias da osteointegração são de fundamental importância para o sucesso clínico dos implantes endósseos (Kieswetter et al., 1996). Dessa forma tem-se pesquisado muito a fim de se obter uma superfície ideal que possibilite a diminuição da interface osso-implante e permita, dessa forma, uma osteointegração mais rápida

e efetiva. Estudos têm demonstrado que implantes com superfície tratada têm resultados precoces superiores aos de superfície usinada (superfície sem tratamento) (Ivanoff et al., 2001, Gotfredsen et al., 2000). Por sua vez, outros têm demonstrado que essas diferenças não são significativas (Åstrand et al., 1999). Há, ainda, os que afirmam que é necessário um maior número de estudos a longo prazo, visando uma afirmação mais concreta das respostas que os tratamentos de superfície podem gerar (Albrektsson, 1998).

As modificações de superfície podem ser classificadas em: spray de plasma com titânio (TPS), jateamento com partículas, ataque ácido, anodização e associações destes.

Este trabalho visa procurar na literatura pontos convergentes e divergentes, que suportem ou não o uso das superfícies tratadas na implantodontia, avaliar os tipos de superfície mais utilizados, além de descrever as repercussões desses tratamentos de superfície na osteointegração e biomodulação óssea, tendo em vista que muito tem sido estudado e publicado, utilizando as mais diversas formas de análise disponíveis.

## 2.1 REVISÃO DE LITERATURA

Em uso desde a década de 1960, implantes dentais são dispositivos em forma de parafuso – sobre os quais será apoiada uma prótese referente a um ou mais dentes que tenham sido perdidos por diversos fatores – que são ancorados no osso da maxila e mandíbula. Segundo Yeon-Hee Kim (2003), atualmente, Titânio comercialmente puro (cpTi) é o material de escolha para os implantes dentais devido a sua aceitação biológica no osso, alta resistência à corrosão e peso baixo quando comparado ao aço.

A biocompatibilidade do titânio é atribuída, de acordo com Xiaolong (2004), à superfície óxida espontaneamente formada no contato do material com o ar e/ou fluídos corporais. Essa camada faz com que o metal não fique em contato direto com os tecidos adjacentes e ainda serve como ponte na ligação osso-implante. Lampin (1997) explica que:

Comportamentos celulares como adesão, mudanças morfológicas, alterações funcionais, proliferação e diferenciação são altamente afetados pelas propriedades da superfície incluindo, composição, rugosidade, hidrofobicidade, textura e morfologia do óxido no titânio.

É possível afirmar que o óxido protetor e estável na superfície do titânio é capaz de prover uma osteointegração favorável (KELLER, 1994). Como consequência, segundo Xiaolong (2004), grandes esforços têm sido dedicados para afinar e estabilizar a superfície óxida no titânio para alcançar respostas biológicas desejadas.

Dois fatores são determinantes para o sucesso dos implantes: a estabilidade primária e secundária. Conforme afirma Rocha (2010), a estabilidade primária é estabilidade mecânica, solidez, rigidez e resistência ao movimento do implante, obtida no momento da inserção. Para o autor, a taxa de sucesso dos implantes osseointegráveis e a otimização do tratamento estão relacionadas à estabilidade primária, como também confirma Ottoni et al. (2005), quando relataram que “a falta de estabilidade primária é relacionada como fator de risco para a sobrevivência dos implantes”.

Por sua vez a estabilidade secundária é obtida com a osteointegração e depende do contato entre a superfície do implante e o osso neoformado. Segundo Puleo (2006), dentre as características mais desejáveis de um implante, estão aquelas que garantem que a interface

osso-tecido seja estabelecida rapidamente e firmemente mantida. Nessa linha de pensamento, segue Bigerelle (2002): “a integração de implantes metálicos no osso é um dos grandes interesses nas pesquisas de biomateriais e um grande número de estudos têm sido realizados com o objetivo de melhorar a interface osso-biomateriais.”

Osteointegração foi originalmente descrita como a relação em que “osso está em direto contato com o implante, sem qualquer tecido conjuntivo intermediando” (BRANEMARK, 1977)

Como explica Davies (2003) o osso pode ser formado nas superfícies ósseas adjacentes, num fenômeno chamado osteogênese a distância, ou na superfície do implante propriamente dita, num fenômeno chamado osteogênese de contato. Segundo Puleo (2006), ambos os processos são possíveis de ocorrer com implantes, e sua significância relativa pode depender do tipo específico do implante e das características de superfície, tendo em vista que, consoante Nergiz (2009), osteoblastos são capazes de se propagar em superfícies rugosas, assim como de crescer em rugosidades de superfície em nível nanométrico.

Tem-se buscado aumentar a rugosidade dos implantes de diversas formas, já que o tipo de superfície de implante tem um importante efeito na osteointegração, além de poder acelerar a incorporação dos implantes e melhorar a formação óssea. Da mesma forma, as características de superfície têm sido trabalhadas na tentativa de aumentar a qualidade e a quantidade da osteointegração, permitir a colocação em sítios anatômicos com baixa quantidade e densidade óssea e ainda possibilitar cargas precoces e imediatas (PULEO, 2010). Yeon-Hee Kim (2003) alega que estes tratamentos têm sido efetivos principalmente no que diz respeito à fixação óssea, como corrobora Nergiz (2009) quando afirma que “a modificação da superfície dos implantes influencia na força de torção para remoção dos implantes”.

Piatelli (2009) diz que superfícies com uma grande área de contato entre o implante e o osso podem ter efeitos positivos nos processos de osteointegração. Le Guéhennec (2007) confirma dizendo que a taxa de osteointegração dos implantes dentais está relacionada à sua composição e rugosidade de superfície. Ainda, Larsson e colaboradores (1994) demonstraram que uma maior porcentagem no contato osso-implante foi encontrada para implantes com uma superfície mais rugosa.

Para Puleo (2006), os métodos são divididos em abrasivos (substrativos) e aditivos. Por sua vez, De Carvalho (2008) classificou as superfícies em cinco grupos: usinadas, macrotextrizadas,

microtexturizadas, nanotexturizadas e biomiméticas. Ainda, os métodos de modificação de superfície podem ser classificados de acordo com o padrão de rugosidade criado: macro, micro e nano rugosidades e também de acordo com o tratamento realizado, separando-os em: spray de plasma com titânio, jateamento com partículas, ataque ácido, anodização e associações destes.

O método de spray de plasma de titânio (TPS) consiste em injetar pó de titânio numa tocha de plasma a alta temperatura (LINDHE, 2005). Conforme descreve Puleo (2006):

Partículas de titânio são aquecidas próximo do estado fundido e jateados ao substrato via uma tocha de plasma inerte. As partículas amolecidas aderem à superfície e facilmente se solidificam. A superfície resultante é bastante rugosa.

De acordo com Pilliar (1998), o uso de TPS forma uma distribuição uniforme de poros, o que é ideal para o rápido crescimento ósseo em seu interior.

Outra forma de aumentar a rugosidade da superfície de implantes de titânio consiste em jatear os implantes com diferentes partículas. Implantes jateados são tratados com partículas granuladas de 250 a 500 nanômetros, seguido ou não por um ataque ácido. O jateamento produz macrorrugosidades, enquanto o ataque ácido superimpõe microrrugosidades (COCHRAN, 1998). Dependendo do tamanho das partículas, diferentes padrões de rugosidade de superfície podem ser produzidos nos implantes. Várias partículas têm sido utilizadas, tais como alumina, óxido de titânio e partículas de fosfato de cálcio (LINDHE, 2005). Le Guéhennec, (2007) afirma que:

Fosfato de cálcio é um material de jateamento biocompatível, osseocondutível, e reabsorvível, com isso, fosfato de cálcio tal qual hidroxiapatita, fosfato beta-tricálcio e associações tem sido considerados materiais de jateamento úteis.

Ainda conforme o autor, mais um método para obtenção de rugosidade de superfície pode ser apenas o ataque por ácidos como ácido clorídrico (HCl), ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) e ácido fluorídrico (HF). Ele afirma que:

O tratamento químico de implantes com soluções de fluoreto cria tanto uma superfície rugosa quanto a incorporação de fluoretos favoráveis para a osteointegração dos implantes dentais. Este tratamento químico tem um potencial adicional de melhorar a ancoragem do implante no osso tornando a superfície do implante bioativa.

Esse tratamento pode ser realizado com uma ou duas imersões consecutivas (ataque dual) nas soluções ácidas em ambientes controlados. Segundo Elias (2008) através do ataque ácido é possível se controlar a rugosidade, número, tamanho e distribuição dos poros na superfície do implante nas escalas micrométrica e nanométrica. Superfícies com ataque ácido dual mostraram aumento significativo no contato implante-osso, em relação à superfície usinada, mesmo em locais com pobre qualidade óssea (PULEO, 2006).

Rugosidades de superfície podem também ser produzidas por anodização potencioestática ou galvanostática de titânio em ácidos fortes ( $H_2SO_4$ ,  $H_3PO_4$ ,  $HNO_3$ , HF) com alta densidade de corrente ( $200A/m^2$ ) ou potencial (100V). O processo de anodização é bastante complexo e depende de vários parâmetros, tais como: densidade de corrente, concentração dos ácidos, composição e temperatura do eletrólito (LE GUÉHENNEC, 2007). De acordo com Young-Taeg (2002) esse tipo de modificação aumenta a espessura da camada óxida e altera as propriedades microestruturais

Com relação a modificações na escala nanométrica Taniguchi *apud* Costa e Costa (2009) afirma que nanotecnologia é a tecnologia que permite a construção ou alteração de materiais na escala de um nanômetro e permite ainda a modificação no nível de átomos e moléculas.

Topografias na escala nanométrica têm sido utilizadas para promover a adsorção de proteínas, a adesão de células osteoblasticas, aumentar a taxa de cura do tecido ósseo na região periimplantar e alterar a hidrofiliabilidade, proporcionando vantagens físicas e químicas (Meirelles, 2010). Continuando com Meirelles (2010), perfis de superfície ao nível nanométrico têm um papel importante na adsorção de proteínas, adesão de células osteoblásticas e, com isso, na melhora das taxas de osteointegração. Como confirma o estudo *in vitro* de Popat (2005), que demonstrou que nanomateriais podem afetar a resposta celular.

Le Guéhenec (2007) ainda afirma:

Em resumo, a rugosidade da superfície desempenha um papel importante, tanto para a qualidade quanto para a taxa de osteointegração de implantes dentários de titânio. Implantes com superfície muito áspera como TPS ou jateadas demonstraram favorecer a ancoragem e fixação mecânica primária no osso, porém, o papel principal da química e da topografia de superfície dos implantes dentais nos eventos primários da osteointegração permanecem pobremente entendidos.

De acordo com Albrektsson (2004) alterações nas propriedades químicas das superfícies parecem ser o principal foco para o futuro da implantodontia. A composição química da superfície provocará diferentes reações do meio ao redor.

Recentemente, novas tecnologias têm sido utilizadas com o intuito de produzir superfícies ainda mais favoráveis à cicatrização óssea, estabilização mecânica e osteointegração. Dentre elas situam-se: cobertura de superfície com fosfato de cálcio osteocondutivo; cobertura de fosfato de cálcio biomimético; e incorporação de drogas bioativas na superfície.

Cobertura de fosfato de cálcio osteocondutivo consiste em impregnar camadas de fosfatos de cálcio principalmente compostos por hidroxiapatita na superfície dos implantes (LE GUÉHENNEC, 2007).

Ainda conforme o autor, a cobertura com fosfatos de cálcio biomimético diz respeito à precipitação de cristais de apatita de fosfato de cálcio sobre a superfície de titânio, a partir de fluidos corporais simulados formando um revestimento à temperatura ambiente.

A incorporação de drogas bioativas é uma técnica em que a superfície do implante é coberta com agentes estimuladores ósseos como fatores de crescimento, fosfato de cálcio, entre outros, de forma a melhorar a cicatrização e a resposta óssea localmente.

Uma vez que as moléculas estão integradas à estrutura do material, elas são liberadas gradualmente, na medida em que as camadas vão se degradando, o que aumenta o potencial de servirem como um sistema de liberação lento de agentes osteogênicos para o sítio de implantação (LIU, 2001)

Segundo Nergiz (2009), é um desafio criar uma cobertura bioativa em implantes que possa combinar uma rápida, notável, e consistente resistência elevada a torque de remoção.

Implantes dentais com superfície usinadas estão cada vez menos disponíveis no mercado e são cada vez menos usados, servindo apenas, em grande parte das vezes, como grupo controle em pesquisas, sendo assim, há uma imensa possibilidade de escolha de sistemas de implantes, que variam desde diferenças entre marcas, passando por distinções na geometria e chegando a diferenças na superfície.

Tem sido cada vez mais difícil escolher o sistema de implante ideal para cada caso clínico, utilizando-se como base apenas a opinião de outros profissionais ou marketing de empresas sobre os benefícios de cada sistema disponível. Isso faz com que se diminua a previsibilidade de sucesso, deixando a sensação de insegurança quanto ao acerto na escolha do sistema ideal para o caso apresentado.

## 2.2 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado na forma de revisão da literatura pertinente já publicada sobre o assunto pesquisado. Foram utilizados conhecimentos publicados em livros, artigos e teses disponíveis na Biblioteca Universitária da Universidade Federal de Santa Catarina e nas bases de dados PUBMED, SCIELO, BVS além do portal de periódicos CAPES. Para refinamento de pesquisa foram utilizados combinações das palavras-chave: superfície, implante, tratamento, nanoescala e dental.

Os critérios de inclusão foram: artigos laboratoriais, clínicos e de revisão que comparavam ou avaliavam os tratamentos de superfície de implantes disponíveis no mercado e/ou suas repercussões. Foram excluídos os trabalhos que não possuíam como idioma o inglês, português ou espanhol. Por ser uma área em constante mutação e na qual novas tecnologias têm sido apresentadas, artigos publicados mais recentemente, foram mais amplamente pesquisados e utilizados. Também artigos mais antigos, de caráter conceitual, foram utilizados com o objetivo de facilitar a compreensão de alguns termos e técnicas.



## 2.3 DISCUSSÃO

Segundo Nergiz (2009), muitos implantes, com várias superfícies, estão disponíveis. No entanto, até hoje, a estabilidade não foi comparada em condições padronizadas, com respeito à influência de cargas funcionais.

Segundo Puleo (2006):

Simplemente descrever superfícies como “rugosas” ou “lisas” não é suficiente. Avaliação quantitativa é importante para comparar superfícies preparadas por diferentes métodos. Implantes com superfície lisas são pouco utilizados principalmente pelo fato de que esses implantes demonstram pobre interação com tecidos, sejam eles moles ou duros.

De acordo com Gotfredsen (2000), superfícies rugosas estão associadas com o aumento da força na interface, como medido, por exemplo, em testes de torque de remoção (ou reversão). Nessa mesma linha, estudos animais têm demonstrado valores de torque de remoção crescentes, provavelmente em virtude do aumento do travamento mecânico (CORDIOLI, 2000). Abrahamsson (2004) relatou experimentos que indicaram uma taxa mais rápida e um aumento no grau de formação óssea para implantes rugosos, se comparados com implantes com superfície usinada. Sabe-se também, que há um tamanho ideal de rugosidade que induz melhor processo de ossointegração (ELIAS, 2008).

Já segundo Albrektsson (2004) após um valor crítico no tamanho das rugosidades o valor de torque de remoção diminui.

Com relação às diferentes superfícies descritas, os implantes com superfície TPS, no uso clínico, possuem taxas de sucesso acumulado que se aproximam a 97%, há 5 (DAVARPANA, 2002) e 6 (SULLIVAN, 2001) anos. Mesmo com carga oclusal imediata, excelentes taxas de sucesso foram observadas: 99%, em média, ao longo de 28 meses (TESTORI, 2004). A aumentada textura de superfície do spray de plasma de titânio, com relativo aumento de volume vazio no qual o osso pode crescer, resulta em torques de remoção aumentado, conforme afirma Wang (2003).

Quando comparados à superfície tratada por ataque ácido, implantes TPS obtiveram valores semelhantes de torque de remoção

após um mês de cicatrização (KLOKKEVOLD, 1997). Porém de acordo com Cordioli (2000), implantes TPS, quando comparados a implantes jateados com HA e implantes com ataque ácido por meio de testes histométricos e biomecânicos, obtiveram valores mais baixos que as demais superfícies. Ainda, de acordo com Mau (2003), a superfície TPS tem sido associada com aumento da mobilidade, da incidência de inflamação periimplantar e recessão.

Com relação à superfície jateada, seguida por ataque ácido, Cochran et al. demonstraram, num estudo de acompanhamento, que as taxas de sobrevivência foram de 99% em 1 e 2 anos. Rocuzzo et al.(2001) compararam em seu estudo, implantes com jateamento seguido por ataque ácido com implantes TPS e demonstraram taxas de sucesso de 100% para ambas as superfícies.

Para a superfície anodizada, Ivanoff et al. (2003) demonstraram um significativo aumento no contato osso-implante em relação à superfície usinada. Glauser et al. (2002) realizaram um estudo com 16 implantes anodizados colocados na maxila e 11 na mandíbula: após um ano, a taxa de sucesso foi de 100%.

Segundo Klokkevold et al.(1997), implantes com apenas ataque ácido apresentaram resistência ao torque de remoção 4 vezes maior em relação aos implantes usinados. Implantes com ataque ácido dual mostraram taxas de sobrevivência de 95% (DAVARPANA, 2001) e 98% (GARLINI, 2003) em 3 anos. De acordo com Khang (2001) implantes com ataque dual comparados com implantes usinados apresentam resultados superiores: 95% para ácido dual contra 86% para usinados em 3 anos.

Relatos documentando o uso clínico de implantes recobertos com fosfato de cálcio mostraram bom sucesso nas próteses. Medidas periodontais são comparáveis entre implantes cobertos com HA e implantes não recobertos ao longo de 3 anos (MORRIS, 2000), e as taxas de sobrevivência são de 95% a 99% em até 7 anos (JEFFCOAT, 2003). De acordo com Tae-II (2008) superfícies biomiméticas apresentam maiores contato osso implante, maior área de formação óssea e maior torque de remoção, quando comparadas a superfície usinada.

Entretanto, outros estudos têm demonstrado falhas tardias com implantes recobertos com HA (WHEELER, 1996). Outro problema, ainda, relatado na literatura por Puleo (2006), é que, infelizmente, as propriedades dos recobrimentos comerciais podem ser um tanto variáveis.

Superfícies rugosas não são necessariamente melhores (PULEO, 2006). Seguindo esse contexto, van Steenberghe (1999) demonstra que rugosidades favorecem o acúmulo de placa, o que pode ocasionar uma periimplantite e perda do implante, se esta porção da superfície implantar ficar exposta ao meio bucal.

Também Nergiz (2009) afirma: “nenhuma diferença clinicamente significativa foi encontrada entre os sistemas de implante após 5 anos de investigações, dessa forma fica óbvio de que mais testes clínicos padronizados e controlados com mais participantes são necessários”. Também Esposito e colaboradores (2005) não encontraram qualquer evidência clínica demonstrando a superioridade de nenhuma superfície implantar em particular.

Por sua vez Albrektsson (2004) aduz que superfícies moderadamente rugosas podem ter algumas vantagens clínicas comparadas às superfícies usinadas ou mais rugosas (como a TPS) e implantes bioativos podem representar uma promessa para o futuro.



## **2.4 CONCLUSÃO**

Este trabalho demonstra que, independente do método utilizado, os tratamentos de superfície de implantes dentais apresentam altas taxas de sucesso a curto e longo prazo. Das superfícies avaliadas, todas foram capazes de promover osteointegração. Superfícies modificadas apresentam resultados superiores às superfícies usinadas. Parece haver uma tendência à incorporação de materiais na superfície e substâncias bioativas, bem como, a realização de tratamentos que alterem quimicamente as superfícies. Não foram encontrados na literatura relatos que demonstrassem a contra-indicação de implantes dentais com superfície tratada.



## REFERÊNCIAS

ABRAHAMSSON, I.; BERGLUNDH, T.; LINDER, E; et al. **Early bone formation adjacent to rough and turned endosseous implant surfaces.** An experimental study in the dog. Clin Oral Implants Res, v. 15, n. 4, p. 381-392, 2004

ALBREKTSSON, T. et al. **Osseointegrated titanium implants.** Acta Orthop Scand. v. 52, p. 155-170, 1981.

\_\_\_\_\_, T. **Hydroxyapatite-coated implants: a case against their use.** Journal Oral Maxillofacial Surgery. v. 56, p. 1312-1326. 1998.

\_\_\_\_\_, T.; WENNERBERG, A. **Oral implant surfaces: Part 1 — Review focusing on topographic and chemical properties of different surfaces and in vivo responses to them.** Int. J. Prosthodont. v. 17, p. 536-543, 2004.

\_\_\_\_\_, T.; WENNERBERG, A. **Oral implant surfaces: Part 2 — Review focusing on clinical knowledge of different surface.** Int. J. Prosthodont. v. 17, p. 544-564, 2004.

ÅSTRAND, P. et al. **Astra tech and Brånemark system implants: a prospective 5-year comparative study.** Results after 1 year. Clinical Implant Dentistry and Related Research. v. 1, p. 17-26, 1999.

BIGERELLE, M. et al. **Improvement in the morphology of Ti-based surfaces: a new process to increase in vitro human osteoblast response.** Biomaterials, v. 23, n. 7, p. 1563-1577, abril 2002.

BRANEMARK, P.I. et al. **Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw.** Experience from a 10-year period. Scand J Plast Reconstr Surg Suppl, v. 16, p. 1-132, 1977.

BUSER, D. et al. **Enhanced Bone Apposition to a Chemically Modified SLA Titanium Surface.** Journal of Dental Research, v. 83, n. 7, p. 529-533, maio 2004.

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

\_\_\_\_\_, D.L. et al. **The use of reduced healing times on ITI implants with a sandblasted and acidetched (SLA) surface:** Early results from clinical trials on ITI SLA implants. Clin Oral Implants Res 2002;12:144–153.

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

COSTA, M.A.F.; COSTA, M.F.B. **Metodologia da Pesquisa: Conceitos e técnicas.** 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009. 216 p.

DAVARPANA, M, et al. **Osseotite implant: 3-year prospective multicenter evaluation.** Clin Implant Dent Relat Res. v. 3, p. 111-118, 2001.

\_\_\_\_\_, M. et al. **A prospective multicenter evaluation of 1,583 3i implants:** 1- to 5-year data. The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, v.17, n. 6, p. 820-828, 2002.

DAVIES, J.E. **Understanding peri-implant endosseous healing.** Journal of Dentistry Education, v. 67, n. 8, p. 932-949, 2003.

DEGIDI, M. et al. **Bone formation around immediately loaded and submerged dental implants with a modified sandblasted and acid-etched surface after 4 and 8 weeks: a human histologic and histomorphometric analysis.** The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, v. 24, n. 5, p. 896-901, 2009.

ELIAS, C. N. et al. **Relationship between surface properties (roughness, wettability and morphology) of titanium and dental implant removal torque,** Jornal Of The Mechanical Behavior Of Biomedical Materials, p. 234-242, 2008.

ESPOSITO, M. et al. **Interventions for replacing missing teeth: different types of dental implants.** Cochrane Database Syst Rev. v. 25, 2005.

GARLINI, G. **Retrospective clinical study of Osseotite implants: Zero to 5-year results.** Int J Oral Maxillofac Implants, v. 18, p. 589–593, 2003.

GLAUSER, R. et al. **Immediate occlusal loading of Brånemark Mk IV TiUnite implants placed in bone quality type 4.** Appl Osseointegr Res 2002;3:22–24.

GOTFREDSEN, K. et al. **Anchorage of titanium implants with different surface characteristics: an experimental study in rabbits.** Clinical Implant Dentistry and Related Research. v. 2, n. 3, p. 120-128, 2000.

IVANOFF, C. J. et al. **Histologic evaluation of the bone integration of TiO<sub>2</sub> blasted and turned titanium microimplants in humans.** Clinical Oral Implants Research. v. 12, p. 128-134. 2001.

\_\_\_\_\_, C.J. et al. **Histologic evaluation of bone response to oxidized and turned titanium micro implants in human jawbone.** Int J Oral Maxillofac Implants 2003;18:341–348.

JEFFCOAT, M.K. et al. **A comparison of hydroxyapatite (HA)-coated threaded, HA-coated cylindrical, and titanium threaded endosseous dental implants.** The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, v. 18, n. 3, p. 406-410, 2003.

KASEMO, B; LAUSMAA. J. **Aspect of surface physics on titanium implants.** Swed Dent J. v..28, p. 19-36, 1983.

KELLER, J.C. et al. **Characterization of titanium implant surfaces.** J Biomed Mater Res, v. 28, p. 939-946, 1994.

KHANG, W. **Multi-center study comparing dual acid-etched and machined surfaced implants in various bone qualities.** J Periodontol. v. 72, p. 1384–1390, 2001.

KIESWETTER, K. et al. **The role of implant surface characteristics in the healing of bone.** Crit. Rev. Oral Biol. Med., v. 7, n. 4, p..329-345, 1996

KLOKKEVOLD, P.R. et al. **Osseointegration enhanced by chemical etching of the titanium surface.** A torque removal study in the rabbit. Clin Oral Implants Res. 1997;8:442-7.

LAMPIN, M. et al. **Correlation between substratum roughness and wettability, cell adhesion, and cell migration.** J Biomed Mater Res, v..36, p. 99-108, 1997.

LARSSON, C. et al. **Bone response to surface-modified titanium implants: studies on electropolished implants with different oxide thickness and morphology.** Biomaterials. v. 15, p. 1062-1074. 1994.

LE GUÉHENNEC, L. et. al. **Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration.** Dental Materials, v. 23, n. 7, p. 844-854, julho 2007.

LINDHE, J.; KARRING, T.; LANG, N. P. **Tratado de periodontia clínica e implantologia oral.** 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.1013 p.

LIU, Y. et al. **Biomimetic coprecipitation of calcium phosphate and bovine serum albumin on titanium alloy.** J Biomed Mater Res. v. 57, p. 327-335, 2001.

MAU, J. et al. **Randomized multicenter comparison of 2 IMZ and 4 TPS screw implants supporting bar-retained overdentures in 425 edentulous mandibles.** The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, v. 18, n. 6, 2003.

MEIRELLES, L. **Nano estruturas e a resposta óssea: Uma alternativa segura para reabilitação com implantes osseointegráveis?** Implant News. v. 7, n. 2, p. 169-172, março/abril 2010.

MORRIS, H.F. et al. **Periodontal-type measurements associated with hydroxyapatite-coated and non-HA-coated implants: uncovering to 36 months.** Ann Periodontol, v. 5, n. 1, p. 56-67, 2000.

NERGIZ, I. et al. **Stability of Loaded and Unloaded Implants with Different Surfaces.** The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants, v. 24, n. 2, p. 289-298, março/abril 2009.

OTTONI, J.M.P. **Correlation between placement torque and survival of single-tooth implants.** Int J Oral Maxillofac Implants, v. 20, n. 5, p. 769-776, 2005.

PILLIAR, R.M. **Overview of surface variability of metallic endosseous dental implants: textured and porous surface-structured designs.** Implant Dent. v. 7, p. 305-314, 1998.

POPAT, K.C. et al. **Influence of nanoporous alumina membranes on long-term osteoblast response.** Biomaterials, v. 26, n. 22, p. 4516-4522, 2005

PULEO, D. A.; THOMAS, M.V. **Implant Surfaces.** Dental Clinics of North America, v. 50, n. 3, p. 323-338, agosto 2006.

ROCUZZO, M. et al. **Early loading of sand-blasted and acid-etched (SLA) implants:** A prospective split-mouth comparative study. Clin Oral Implants Res 2001;12:572-578.

SCHENK, R. K.; BUSER, D. **Osseointegration:** A Reality. Periodontology 2000, v. 17, n. 1, p. 22-35, junho 1998

SULLIVAN, D. Y.; SHERWOOD, R.L.; PORTER, S.S. **Long-term performance of Osseotite implants:** a 6-year clinical follow-up. Compend Contin Educ Dent, v. 22, n. 4, p. 326-328,330, 332-324, 2001.

TAE-IL, K. **Biomimetic approach to dental implants.** Current Pharmaceutical Design, v. 14, p. 2201-2211, 2008.

TESTORI, T. et al. **Immediate occlusal loading of Osseotite implants in the lower edentulous jaw.** A multicenter prospective study. Clin Oral Implants Res, v. 15, n. 3, p. 278-284, 2004.

VAN STEENBERGHED, N. I. et al. **Influence of inflammatory reactions vs. occlusal loading on peri-implant marginal bone level.** *Adv Dent Res*, v. 13, p. 130-135, 1999.

WANG, X. et al. **Apatite deposition on thermally and anodically oxidized titanium surfaces in a simulated body fluid.** *Biomaterials*. v. 24, p. 4631–4637, 2003.

WENNEBERG, A.; ALBREKTSSON, T. **On implant surfaces: a review of current knowledge and opinions.** *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 25, n. 1, p. 63-74, janeiro/fevereiro 2010.

WHEELER, S.L.; **Eight-year clinical retrospective study of titanium plasma-sprayed and hydroxyapatite-coated cylinder implants.** *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v.11, n. 3, p. 340-350, 1996.

XIAOLONG, Z. et al. **Effects of topography and composition of titanium surface oxides on osteoblast responses.** *Biomaterials*, v. 25, p. 4083-4103, 2004.

YEON-HEE, K. et. al. **A histomorphometric analysis of the Effects of Various surface treatment methods on osseointegration.** *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*, v. 18, n. 3, p. 349-356, maio/junho 2003.

YOUNG-TAEG, S. et al. **Characteristics of the surface oxides on turned and electrochemically oxidized pure titanium implants up to dielectric breakdown: the oxide thickness, micropore configurations, surface roughness, crystal structure and chemical composition.** *Biomaterials*, v. 23, p. 491-501, 2002.

YU, S. R. et al. **Effects of Ce on the short-term biocompatibility of Ti-Fe-Mo-Mn-Nb-Zr alloy for dental materials.** J Mater Sci Mater Med, v. 15, n. 6, p. 687-691, 2004.