

Faculdade Sete Lagoas - FACSETE

CARLOS VITOR CARVALHO BARROS

EVOLUÇÃO DO TRATAMENTO COM IMPLANTES DENTÁRIOS: histórico e
superfícies dos implantes

São Luís
2019

CARLOS VITOR CARVALHO BARROS

EVOLUÇÃO DO TRATAMENTO COM IMPLANTES DENTÁRIOS: histórico e superfícies dos implantes

Monografia apresentada ao Programa de pós-graduação em Odontologia da Faculdade Sete Lagoas - FACSETE, como requisito parcial a obtenção do título de especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Júlio Pereira Filho

São Luís
2019



Monografia intitulada “Evolução do tratamento com implantes dentários: histórico e superfícies dos implantes” de autoria de CARLOS VITOR CARVALHO BARROS, aprovada pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Prof. Dr. Júlio Pereira Filho – Universidade Federal do Maranhão – Orientador

Prof. Dr. Frederico Silva de Freitas – Universidade Federal do Maranhão – Coorientador

Prof. Esp. Silvio Vieira Naves – Sindicato dos Cirurgiões Dentistas do Maranhão

São Luís, de agosto de 2019

Belo horizonte 15 de junho 2015.
Faculdade Seta Lagoas - FACSETE
Rua Ítalo Pontelo 50 – 35.700-170 _ Set Lagoas, MG
Telefone (31) 3773 3268 - www.facsete.edu.br

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Morfologia típica de osseointegração.....	14
Figura 2 - Osseointegração como o contato direto: ON – Osso neoformado e OP – Osso preexistente.	15
Figura 3 - Osseointegração completa	16
Figura 4 – Implante com superfície usinada em MEV	20
Figura 5 - Implante Odontológico em Parafuso de Fixação Ortopédico	22
Figura 6 – Superfície do implante tratado com Solução ácida HCl + HNO ₃	24

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo, revisar e discutir as diferentes superfícies de implante citadas na literatura, assim como, seus efeitos na qualidade da osseointegração, na biomecânica da distribuição de forças e no sucesso em longo prazo. Para realização do estudo, foi realizada uma estratégia de busca detalhada nos bancos de dados: Medline e Biblioteca Cochrane, SciELO, Lilacs, PubMed. Sem a intenção de concluir a temática estudada, tece-se considerações finais sobre a execução do tratamento de superfície de implantes e sua importância na recuperação dos dentes perdidos por qualquer causa, proporcionando ao paciente o retorno da funcionalidade da sua atividade vocal, da saúde bucal e do sistema digestivo.

Palavras-Chave: Implante dentário. Superfície de Implantes. Tratamento da Superfície

ABSTRACT

This paper aims to review and discuss the different implant surfaces cited in the literature, as well as their effects on osseointegration quality, force distribution biomechanics and long-term success. To perform the study, a detailed search strategy was performed in the databases: Medline and Cochrane Library, SciELO, Lilacs, PubMed. Without intending to conclude the studied theme, it is necessary to make final considerations on the implementation of surface treatment of implants and its importance in the recovery of teeth lost due to any cause, providing patients with the return of the functionality of their vocal activity, oral health and of the digestive system.

Keywords: Dental implant. Implant Surface. Surface Treatment

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	IMPLANTES DENTÁRIOS	10
2.1	Históricos	10
3	OSSEOINTEGRAÇÃO	13
4	SUPERFÍCIES DE IMPLANTES DENTÁRIOS	17
5	SUPERFÍCIES DE TITÂNIO	19
5.1	Tipos de Tratamento da superfície dos implantes de titânio	19
5.2	Superfícies Maquinadas	20
5.3	Superfícies Macrotextrizadas	21
5.3.1	Spray de Plasma de Titânio	21
5.3.2	Spray Plasma Hidroxiapatite	22
5.3.3	Modificada por feixe de laser	23
5.4	Superfícies Microtexturizadas	23
5.4.1	Ataque ácido	23
5.4.2	Jateamento + Ataque Ácido	24
5.4.3	Jateamento com Óxido de Alumínio (Al ₂ O ₃)	24
5.5	Superfícies Nanotextrizadas	25
5.6	Superfícies Biomiméticas	25
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, com o envelhecimento da população e os avanços científicos da Medicina Dentária, têm sido cada vez mais usados implantes dentários para a substituição de dentes perdidos (FAVERANI *et al.*, 2011).

Com o advento da osseointegração, e com o objetivo principal de minimizar as consequências do edentulismo, seja ele total ou parcial, implantes dentais começaram a ser utilizados de forma disseminada.

Segundo Jardim Júnior *et al.* (2006) muitas técnicas e propostas para a realização da Implantodontia foram preconizadas, porém, muitas delas eram baseadas apenas em experiências anteriores, que resultava em um alto índice de insucesso, fazendo com que pesquisadores propusessem e descrevessem que o sucesso de um implante está na dependência da interrelação de vários componentes. Dentre eles as características próprias da superfície do implante e a contaminação do mesmo por micro-organismos que expressam fatores de virulência capazes de lesar os tecidos peri-implantares.

Em 1954, Branemark descobriu, indiretamente, por meio de seu clássico estudo que verificava a circulação sanguínea em tíbias de coelhos, o que chamou de osseointegração. Isso permitiu pesquisas posteriores em modelos animais, levando a resultados que possibilitaram o tratamento do edentulismo, por meio de próteses conectadas aos implantes dentários. (ALBREKTSSON *et al.* apud SILVA *et al.*, 2016)

O processo de osseointegração é determinante para a obtenção do sucesso nas reabilitações protéticas de rebordos total ou parcialmente edêntulos, utilizando implantes dentários. O contato direto e estável entre o implante e o osso circundante determina esse sucesso. (BERNARDES; CLAUDINO; SARTORI, 2006)

Atualmente, a Implantodontia é considerada o melhor tratamento reabilitador da Medicina Dentária. No entanto, antes de existirem implantes, a reabilitação era realizada por meio de próteses do tipo removível (parcial ou total) ou fixa (coroas, pontes, etc.). E, sendo o método mais atual o seu uso pode ser mais conservador, sem que haja qualquer desgaste de dentes adjacentes, quando comparado com outros tipos de reabilitação (MARTINS *et al.*, 2011).

Com a evolução da implantologia nestes últimos 20 anos, houve um aumento do sucesso de toda a reabilitação implantossuportada, devido à criação de implantes biocompatíveis e com um *design* adequado para que haja o mínimo de tensão possível. (FAVERANI et al., 2011)

O presente estudo revisa e discute as diferentes superfícies de implante citadas na literatura, assim como, seus efeitos na qualidade da osseointegração, na biomecânica da distribuição de forças e no sucesso em longo prazo.

Para realização do estudo, foi realizada uma estratégia de busca detalhada nos bancos de dados: Medline e Biblioteca Cochrane, SciELO, Lilacs, PubMed.

2 IMPLANTES DENTÁRIOS

2.1 Históricos

A Odontologia evoluiu muito através dos tempos, desde as antigas civilizações o homem busca por meio de elementos encontrados na natureza a reposição dos dentes perdidos. Estas reposições muitas vezes eram realizadas como adornos para recomposição estética dos cadáveres nos funerais ou por crenças religiosas para o *póst mortem*. (MORAES, 2012)

A primeira comprovação da implantologia surgiu com o achado arqueológico da mandíbula de um homem pré-histórico encontrada nas cavernas de *Niaux* e *Leascaux* (França), que apresentava um elemento dentário mal posicionado caracterizando a tentativa de um reimplante dentário, em decorrência a uma possível avulsão traumática. Posteriormente foi encontrada uma mandíbula humana da civilização Maia (Era pré-colombiana), com conchas implantadas em alvéolos remanescentes, constatando-se a tentativa da substituição de elementos dentários utilizando materiais encontrados na natureza. (MORAES, 2012)

A história dos implantes dentários vem desde o tempo do Egito Antigo, quando conchas do mar eram esculpidas, dentro da mandíbula, no local do dente perdido. Alguns cientistas acreditam que além da função estética, estas conchas também tiveram função mastigatória (BECKER apud FARIAS; CAPPATO, 2015).

O primeiro médico a descrever uma técnica moderna sobre implantologia foi o francês Maggiolo que, em 1809 desenhou um implante em liga de ouro que suportaria uma coroa em porcelana (KAWAHARA; KAWAHARA, 2008 apud MORAES 2012).

Em 1937, estabeleceu-se o conceito de biocompatibilidade graças aos estudos de Charles Venable, Beach e Stuck. Por meio de um trabalho de análise eletrolítica entre metais puros e ligas de implantes em tecidos vivos, desenvolveram a liga Vitallium Cirúrgico® - uma liga metálica biocompatível de cobalto-cromo-molibdênio (MORAES, 2012).

Conforme descrito, os primeiros relatos do uso de implantes dentário, ocorreram há milênios, nas civilizações antigas, provenientes de diversos materiais como o ouro, a porcelana e a platina.

Desde então, na busca de substitutos dentais inúmeros materiais foram testados, tais como: o alumínio, a prata, o latão, o cobre, magnésio, o ouro, aço e o níquel. No entanto, a corrosão dos materiais em decorrência da eletrólise produzida pelo organismo foi constatada. A forma de implantes parafusados compostos de cromo cobalto não suportava a aplicação de forças laterais de qualquer intensidade levando à quebra inter-espaciais. (FAVERANI, 2011)

Em consequência da corrosão dos vários materiais testados, diversos investigadores tentaram saber qual seria o material compatível com o organismo humano. E, numa dessas tentativas, surgiu o conceito de biocompatibilidade através de Charles Venable, Beach e Stuck, em 1937 (MORAES, 2012).

Foram utilizados, também, os implantes em formato de lâmina feitos de cromo, níquel ou vanádio, porém não foi conseguido sucesso clínico, pela não biocompatibilidade. Até que um autor sueco, o professor Per Ingvar Brånemark, em 1969 publicou diversos estudos, após 15 anos de investigações clínicas e científicas até a comprovação da osseointegração. Em que os implantes confeccionados em titânio, apresentavam-se com melhores propriedades físicas e biológicas. (FAVERANI, 2011)

Em 1975, os procedimentos sugeridos por Brånemark tornaram a ganhar força com a colocação voluntária, com sucesso, de quatro implantes na mandíbula do sueco Gosta Larsson. Em 1977 surgiu o atual conceito de osteointegração: processo onde a fixação rígida e assintomática de um material aloplástico no osso é obtida e mantida durante a função. Os procedimentos para que a osteointegração ocorra foram descritos por Kawahara & Kawahara (2008):

- O implante deverá manter um contato íntimo com o osso e obedecendo o tempo de cicatrização necessário;
- O trauma causado não poderá agredir o osso de forma a impedir a sua recuperação;
- Sobre o implante não deverá incidir qualquer tipo de carga durante o período de cicatrização.

De forma resumida Moraes (2012) apresenta a cronologia de eventos da história da implantologia:

- 1937 – Venable, Stuck e Beach: Vitalium cirúrgico (biocompatibilidade dos metais);
- 1939 – Irmãos Strock: utilização do vitallium em animais e humanos;
- 1942 – Gustav Dahl implante endósseo;
- 1947 – Formiggini: 1º implante;
- 1960 – Jacques Scialon implantes agulheados (Bicortical);
- 1967 – Linkow implantes laminados;
- 1972 – Robert James hemidesmossomas nos implantes;
- 1973 – Implantes de carbono vítreo;
- 1980 – Brånemark implantes osteointegrados;
- 1980 – A Straumann lançou o primeiro implante de estádio único;
- 1985 – A Bicon Dental Implants lançou o cone-morse, uma técnica cirúrgica atraumática, sem irrigação, com fixação medular, mas com menor estabilidade inicial;
- 1987 – Nentwing e Moser reproduziram a primeira peça protética de dente natural;
- 1990 – Reconstrução do maxilar sobre um enxerto;
- 1992 – Sargon Lazarof criou implantes de expansão tardia;
- 1992 – Surgiu a Carga imediata;
- 1993 – Bioform lançou os implantes anatómicos;
- 1994 – Surgiu a fixação zigomática e os implantes com um colar de zircônia;
- 1997 – A Nobel Biocare lançou o sistema procera;
- 2002 – Nobel Biocare lançou a Nobel Guide;
- 2005 – 40 anos de osteointegração: Gösta Larsson aos 74 anos;
- 2006 – Implantes pré-angulados.

3 OSSEOINTEGRAÇÃO

A população vem envelhecendo e o avanço técnico-científico da odontologia, em especial no campo da reabilitação bucal, tem propiciado a restauração da estabilidade oclusal e, conseqüentemente, a promoção da harmonia facial de uma forma plena com os implantes osseointegráveis.

A reabilitação com implantes osseointegrados tem sido nos dias atuais, uma alternativa de tratamento extremamente vantajosa aos pacientes. Com a descoberta da osseointegração, os procedimentos odontológicos atingiram alta previsibilidade em seus tratamentos.

A palavra osteointegração deriva do grego “*osteon*” (osso) e do latim “*integrare*” (para juntar), referindo, desse modo, uma ligação direta, estrutural e funcional, entre os tecidos duros e a superfície do implante (GUO; MATINLINNA; TANG, 2012).

Osseointegração, um fenômeno biológico primeiramente observado na década de 1950, é caracterizada pela deposição óssea sobre superfícies de titânio, em determinadas condições clínicas e protocolo cirúrgico adequado que possibilita a ancoragem de implantes dentários e ortopédicos (BRANEMARK *et al.* apud SILVA, 2006).

A cicatrização dos tecidos envolventes ao implante depende, essencialmente, da existência da osteointegração (MARRELLI; TATULLO, 2013). No entanto, segundo Chang & Giannobile (2012) existem alguns fatores que podem modificar esse processo, tais como:

- Qualidade e quantidade óssea;
- *Design* do implante;
- Técnica cirúrgica;
- Cuidados pós-cirúrgicos;
- Remodelação óssea;
- Saúde sistêmica.

O conceito de osseointegração foi fundamentado por Branemark durante um estudo sobre circulação sanguínea em tíbias de coelhos, em que ao tentar remover as câmeras de titânio de dentro dessas, foi verificado que estavam ancoradas fortemente ao osso. Após consecutivos estudos para compreender essa

reação óssea ao biomaterial, conceituou osseointegração como sendo uma conexão direta, estrutural e funcional entre osso vital organizado e a superfície de um implante de titânio capaz de receber carga funcional (BRANEMARK *et al* apud

SILVA

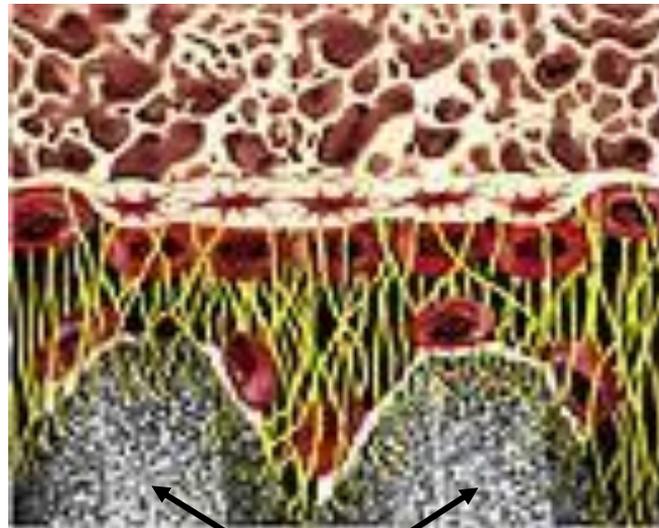
et

1).

Tecido Ósseo



Interface



Implante

al.,
2016).
(Figura

Figura 1 - Morfologia típica de osseointegração

Costa *et al.* (apud AMORIM *et al* 2019), afirmam que com a introdução do conceito da osseointegração, por Branemark, é possível reabilitar pacientes parcial ou totalmente edentados, repondo os dentes perdidos. As características da osseointegração podem variar de acordo com a quantidade e qualidade do contato direto osso-implante e de fenômenos celulares como cicatrização, reparação e remodelação, adequados em intensidade e frequência.

Albrektson (1985) definiram a osseointegração como o contato direto, estrutural e funcional, entre o osso ordenado e saudável com a superfície do implante, em nível microscópico (Figura 2), estável e capaz de suportar as forças fisiológicas.

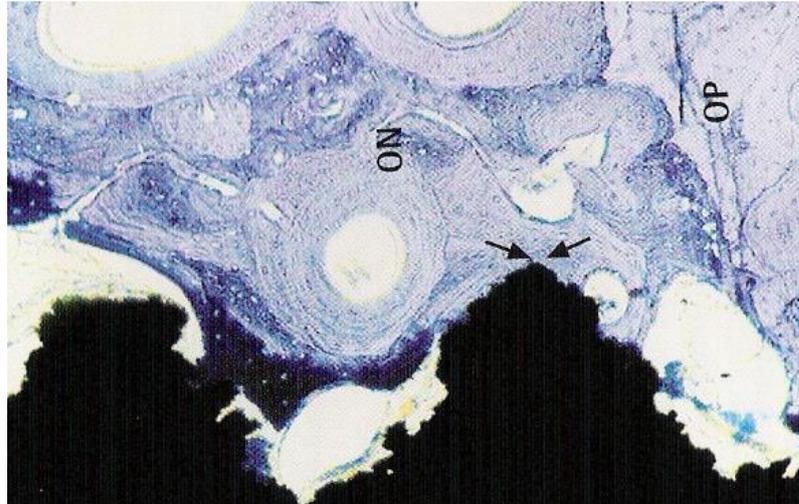


Figura 2 - Osseointegração como o contato direto:
ON – Osso neoformado e OP – Osso preexistente.

Na literatura, não há consenso em relação à melhor superfície e mesmo ao formato dos implantes para uma melhor osseointegração. Porém, sabe-se que a geometria do implante deve ter o máximo de contato com o osso, aumentando a interação celular com a superfície do material. Assim como distribuir o estresse das cargas mastigatórias. Os implantes dentários podem ser divididos de acordo com o seu formato, seus tipos de conexões protéticas, o tratamento de superfície e a rugosidade. O formato pode ser cilíndrico, cônico ou híbrido, o tipo de conexão pode ser hexágono externo, interno, conexão tipo cone morse, entre outros menos difundidos (ELIAS; OSHIDA; LIMAD, 2008).

Branemark (apud SILVA, 2006) descreve o processo de osseointegração em quatro estágios.

- 1º. Estágio - o osso perfurado não é perfeitamente congruente com o implante. A rosca do implante tem como objetivo a imobilização do implante no osso imediatamente após a colocação e durante o período inicial de cicatrização. O hematoma presente nas cavidades da rosca do parafuso e a camada de osso danificado se originam do trauma mecânico e térmico durante a operação;
- 2º. Estágio - durante a cicatrização sem carga, o hematoma é gradualmente transformado em um osso novo, e a região do osso danificado também é cicatrizada por um processo de revascularização, desmineralização e remineralização;

- 3º e 4º. Estágios - completada a cicatrização, o novo osso está praticamente em contato direto com o implante, sem nenhuma camada intermediária de tecido fibroso. O osso em contato com o implante se regenera em resposta à carga mastigatória aplicada (Figura 3).

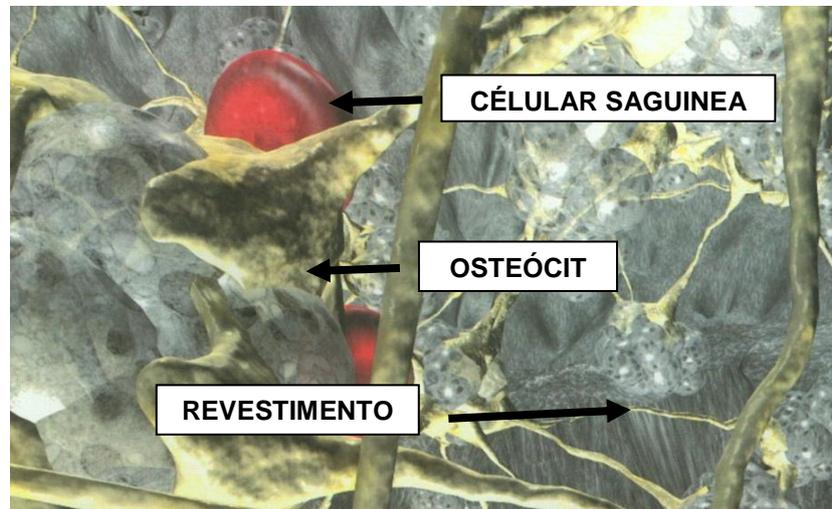


Figura 3 - Osseointegração completa

Hing (2004) descreve o mecanismo de reparação óssea afirmando que o tecido ósseo em geral, possui um alto potencial de reparação e conseqüentemente de cicatrização, para isso depende da presença de células sanguíneas adequadas, nutrição e estímulos apropriados, este processo de reparação tecidual está vinculado à presença de células mesenquimais e fatores de crescimento.

O sucesso muito próximo de 100% dos implantes osseointegráveis é alcançado, seguindo diversos princípios cirúrgicos e técnicos até a instalação das próteses implantossuportadas ou implantorretidas. Características como a meticulosidade por parte do cirurgião, os aspectos micro-estruturais do implante de titânio, são fatores essenciais para a obtenção da osseointegração (BRÄNEMARK *et al.*, 1969 apud FAVERANI, 2011).

4 SUPERFÍCIES DE IMPLANTES DENTÁRIOS

Os primeiros implantes dentários foram desenvolvidos sem nenhum tipo de tratamento na sua superfície, eram realizados por um processo de usinagem, o qual resultava em implantes com superfície lisa. Esse tipo de implante, foi durante muito tempo concebido como padrão ouro. No entanto, estudos experimentais comparando superfícies lisas e rugosas demonstram uma melhor resposta biológica para as últimas. Com a evolução da implantodontia, alterações nas superfícies dos implantes começaram a ser realizadas com intuito de aperfeiçoar a osseointegração (NOVAES, 2010).

No início dos anos de 1990, muitos estudos experimentais, indicando que implantes com rugosidades em torno de 1,5 μm apresentavam uma melhor resposta do tecido ósseo quando comparados a implantes usinados (superfície com rugosidades $< 1,0 \mu\text{m}$) ou a implantes com superfície “plasma spray” (superfície com rugosidades $> 2,0 \mu\text{m}$) (ELIAS; LIMA; SANTOS, 2008).

Esse processo de alterações na superfície dos implantes pode ser realizado pelo método de adição, quando é acrescentado algum tipo de material na camada por meio de revestimento de plasma *spray*, ou subtração, quando se remove parte dessa camada superficial por processos físicos e/ou químicos, tais como abrasão por jateamento ou condicionamento ácido (MISCH apud SILVA, 2016).

Um dos primeiros métodos de tratamento de superfície foi adição de hidroxiapatita (HA) à superfície dos implantes. Através desse método, buscava-se uma ligação química entre o implante recoberto com HA e o tecido ósseo. (GROISMAN; VIDIGAL-JR, 2005)

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. Muitas vezes, a indústria faz uma combinação desses métodos (jateamento + ataque ácido) para obter um determinado grau de rugosidade. (BRANDÃO et al., 2010).

Segundo Faverani (2011) o sucesso da reabilitação com implantes osseointegráveis depende de vários fatores, destacando-se as propriedades físico-químicas da superfície, que interferem nas respostas biológicas e consequente

reparo ósseo da interface osso/implante. Desempenha assim, um papel fundamental para o aumento da área de superfície a realização da modificação na superfície dos implantes osseointegráveis.

Diante do exposto, vale ressaltar que o tratamento de superfície tem como objetivos: reduzir o tempo de carregamento após a cirurgia, acelerar o crescimento e a maturação óssea para permitir o carregamento imediato, aumentar a estabilidade primária, garantir o sucesso dos implantes quando instalados em regiões que apresentam um osso com menores qualidade e quantidade, obter o crescimento ósseo diretamente na superfície do implante, obter maior área possível de osseointegração, obter contato osso-implante sem a interposição de camadas protéicas amorfas, atrair células osteoblásticas, pré-osteoblásticas e mesenquimais, atrair proteínas de ligação específicas para células osteogênicas (fibronectina) e obter maior concentração possível de proteínas de ligação celular. (ELIAS; OSHIDA; LIMAD, 2008)

Com base na importância da topografia e das propriedades químicas das superfícies dos implantes, a indústria iniciou uma busca para a otimização dessas superfícies. Ressalta-se que através de diferentes métodos de tratamento de superfície é possível alterar as forças interfaciais, molhabilidade, rugosidade, energia e a capacidade de adsorver as moléculas, alterando assim a resposta tecidual. (BRANDÃO et al., 2010)

Foram realizados alguns estudos comparativos dos diferentes métodos de tratamento de superfície. Estudos in vitro, estudos in vivo, e estudos clínicos longitudinais, procuram avaliar o quanto o tratamento da superfície dos implantes pode afetar os complexos mecanismos envolvidos no fenômeno da osseointegração. (BRANDÃO et al, 2010)

5 SUPERFÍCIES DE TITÂNIO

O titânio foi reconhecido como elemento há 200 anos, porém somente ganhou importância estratégica nos últimos 50 anos. Neste período, por exemplo, a produção comercial nos Estados Unidos saltou de zero para milhares de toneladas por ano (BAUER et al., 2002).

O metal titânio é obtido do mineral Rutílio, que consiste em aproximadamente 97 a 98 % de dióxido de titânio (TiO₂). O óxido de titânio é primeiro convertido quimicamente em tetracloreto de titânio puro (TiCl₄). O Processo envolve a redução de tetracloreto de titânio (TiCl₄), primeiro com sódio e cálcio, e finalmente com magnésio, sob uma atmosfera de gás inerte. (JACHINOSKI; SILVA, 2005)

O titânio apresenta alta resistência estrutural e à corrosão, tem aproximadamente 55% da densidade do aço, começou a ser largamente utilizado na indústria aeroespacial.

5.1 Tipos de Tratamento da superfície dos implantes de titânio

Segundo Brandão *et al.* (2010) diversos estudos clínicos demonstram a alta taxa de sucesso dos implantes com superfície tratada, inclusive em áreas com qualidade óssea pior, como a região posterior da maxila e regiões submetidas a enxertos ósseos. Os estudos revelam uma taxa de sucesso que varia entre 96% e 100%, comprovando os resultados dos estudos *in vitro*, que demonstram a melhor resposta das superfícies tratadas comparadas às superfícies sem qualquer tipo de tratamento.

Carvalho *et al.* (2009) classificaram as superfícies dos implantes de titânio em cinco grupos:

- Superfícies Usinadas/Maquinadas;
- Superfícies Macrotextrizadas;
- Superfícies Microtexturizadas;
- Superfícies Nanotextrizadas;
- Superfícies Biométricas.

Ressalta-se que segundo Elias *et al.* (2005) apesar do titânio e suas ligas serem aplicadas em grande escala na implantodontia, e que os resultados das experiências apresentarem excelentes biocompatibilidade, ainda há dúvidas quanto as características e propriedades físicas destes materiais.

5.2 Superfícies Usinadas/Maquinadas

Segundo Elias *et al.* (2002) os implantes dentários usinados passam por processos de limpeza, passivação, descontaminação e esterilização. As ranhuras superficiais de usinagem direcionam o crescimento das células esparramadas e somente naquele sentido.

Em função da presença de microrranhuras superficiais resultantes do processo de corte ou usinagem da peça metálica, não exibe características de completa lisura superficial (TEIXEIRA, 2009).

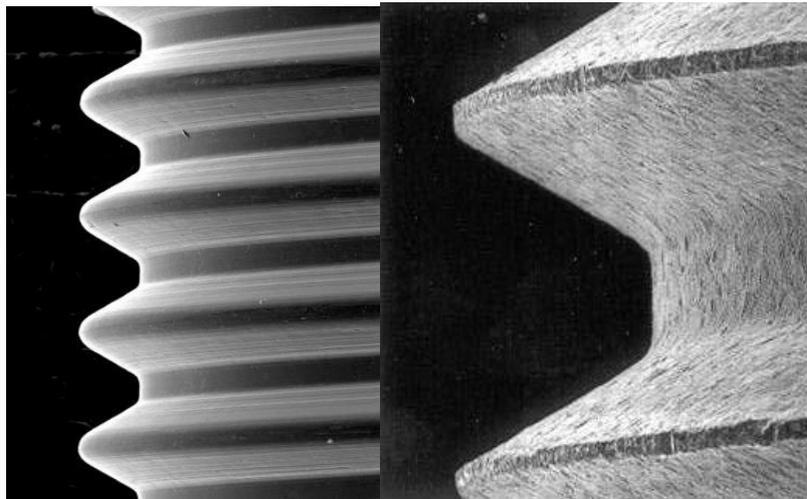


Figura 4 – Implante com superfície usinada em MEV.

As ranhuras superficiais são consideradas de extrema importância para o processo de adesão celular e produção de matriz proteica. Os implantes usinados têm um valor médio de rugosidade de superfície (R_a) entre 0,53 e 0,96 μm ¹¹. (FAVERANI, 2011)

Giavaresi *et al.* (2003) comparando seis tipos de superfícies de implantes confirma em seu estudo que o processo de osseointegração pode ser acelerado através do aumento da rugosidade superficial.

5.3 Superfícies Macrotextrizadas

O processo de texturização de superfície por adição mais comum é o de spray de plasma, realizado com partículas de titânio (Spray de plasma de titânio - SPT) (CORDIOLI *et al.*, 2000) ou fosfato de cálcio (Spray de plasma de hidroxiapatita - SPH) (LONDON; ROBERTS; BAKER, 2002), com espessuras que variam de 10 a 40µm para o SPT e de 50 a 70µm para a SPH.

Taba Jr *et al.* (2003) através de controle radiográfico conclui que superfícies de implantes que venham a aumentar a rugosidade, entre elas o revestimento por plasma spray, induzem maior densidade óssea, quando comparado a superfícies usinadas.

Silva *et al.* (2016) nos ensina que o plasma *spray* é o tipo de tratamento mais comum, feito com a chama ionizada de um gás aquecido entre 10.000°C e 30.000°C, e as partículas são lançadas em grandes velocidades contra o corpo do implante. Após o contato, essas partículas resfriam e se solidificam. O *spray* de plasma é utilizado para aplicar e incorporar o Ti (titânio) e a HA (hidroxiapatita) na superfície do implante.

5.3.1 Spray de Plasma de Titânio – SPT

A fabricação de implantes revestidos com plasma spray de titânio foi descrita primeiramente por Schoroeder (JACHINOSKI; SILVA, 2005), em 1976. Durante o processo de produção, partículas de titânio puro são lançadas sobre a superfície dos implantes através de uma pistola de plasma.

Trabalhos realizados por Buser (*apud* LOTUFO; LASCALA, 2003) demonstraram que os implantes revestidos com plasma spray de titânio apresentam maior inserção óssea do que os implantes com superfície usinada.

Segundo Granato *et al.* (2008) as superfícies com padrão de rugosidade entre 0,5 e 2 µm alteram positivamente a resposta tecidual ao implante. No entanto, o recobrimento de spray de plasma de titânio, tem sido pouco utilizado porque eleva

a rugosidade a valores superiores aos 2 μm , o que aumenta a possibilidade de contaminação bacteriana.

A figura 5 demonstra a morfologia do titânio depositado pelo processo de plasma spray (a). Onde pode-se observar a porosidades e vazios que favorecem teoricamente a aposição óssea (b).

(a)

(b)

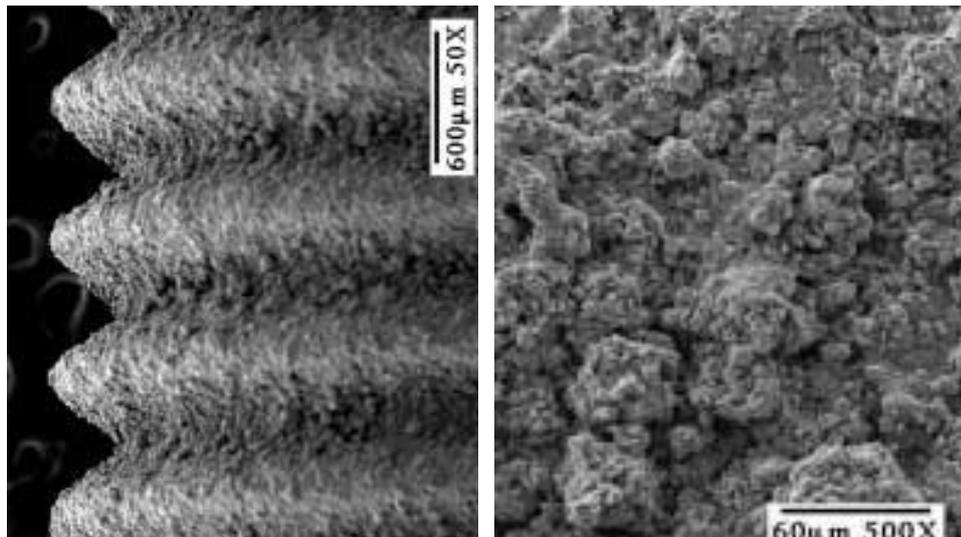


Figura 5 - Implante Odontológico em Parafuso de Fixação Ortopédico.
a) rosca do parafuso, b) morfologia da superfície revestida com titânio por plasma spray.

5.3.2 Spray Plasma Hidroxiapatita – SPH

O tratamento para recobrimento com nucleação de apatita é dividido em três etapas: tratamento alcalino, tratamento térmico e imersão em solução sintética que equivale ao plasma sanguíneo. A pulverização do spray de plasma de hidroxiapatita forma a camada de recobrimento (SILVA, 2016).

Segundo os autores, a rugosidade depende do tamanho das partículas, da aderência dessas, da velocidade e distância em que essas foram lançadas contra o implante.

Silva et al. (2002) avaliaram que a superfície recoberta com hidroxiapatita é homogênea e com disponibilidade de reação tecido-implante. Esta técnica possui algumas desvantagens: alto custo e a decomposição hidroxiapatita devido à alta temperatura.

5.3.3 Modificada por feixe de laser

É um tratamento considerado limpo por não interagir com nenhum material externo durante o processo de modificação da superfície, em que o feixe de laser age como meio físico no tratamento dessa superfície (NAVES, 2015).

A superfície irradiada com feixe de laser apresentou vantagem quanto a padronização e facilidade do tratamento de superfície, além ser um processo limpo, reprodutível e de baixo custo. A superfície laser com reconhecimento de hidroxiapatita (HA) apresentou maior adesão ao tecido ósseo demonstrado pelos valores de torque. A reatividade da mistura de óxidos presentes na superfície associada às condições de morfologia e molhabilidade superficial, desenvolve condições adequadas para a osseointegração. (BRAGA et al., 2006)

Ressalta-se que essa técnica não envolve elementos químicos, evitando a contaminação da camada de óxido do titânio. Os tamanhos das rugosidades dependem da intensidade do pulso da fonte emissora (THAKRAL, 2014)

5.4 Superfícies Microtexturizadas

5.4.1 Ataque ácido

Neste tratamento, o implante é imerso em uma substância ácida que provoca erosões nesse corpo (Figura 6). A concentração de ácido, o tempo e a temperatura são fatores determinantes da microestrutura da superfície. Quando a superfície é lisa, o processo mais utilizado é o duplo ataque ácido, realizado com o ácido sulfúrico e o hidrocloreídrico (SCHLEE, 2015).

Ciotti et al (2007) utilizaram os implantes que receberam tratamento de superfície por duplo ataque, ocorrendo uma modificação micromorfológica da superfície do implante, aumentando a área de contato entre o osso mineralizado e o implante. Corroborando com Schlee (2015) essa modificação torna a superfície do implante rugosa aumentando a resistência ao torque de remoção e favorecendo a deposição óssea.

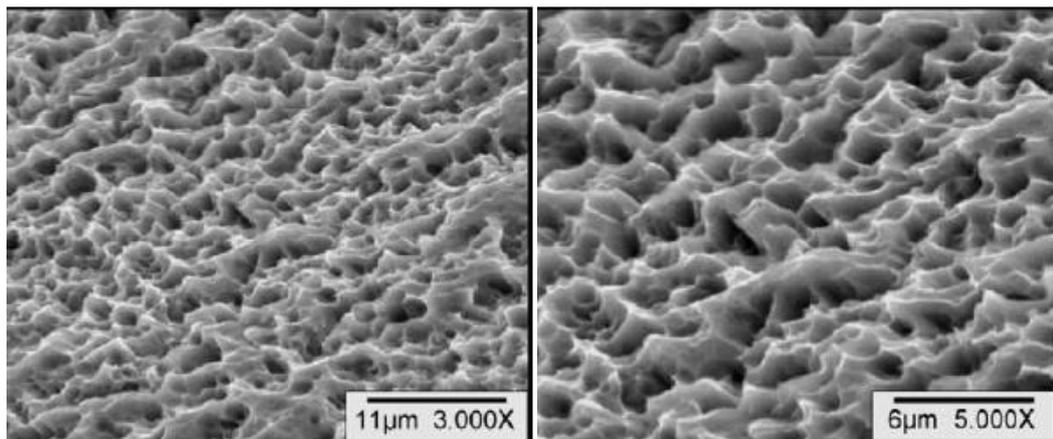


Figura 6 – Superfície do implante tratado com Solução ácida HCl + HNO₃

5.4.2 Jateamento + Ataque Ácido

As superfícies SLA são tratadas com jatos de areia de granulação grossa (250-500 µm), produzindo macrorrugosidades no implante, seguidos por ataque ácido (HCl/H₂SO₄), que é responsável pela microrrugosidade. (NOVAES, 2010)

Segundo Mendonça et al. (2009) a superfície dos implantes tratados com jateamento e ataque ácido apresentaram uma resposta aumentada nos níveis de expressão dos genes ALP (Alkaline Phosphatase – Fosfatase Alvalina), BSP (Bone Sialoprotein óssea) e Runx₂ (Fator de transcrição).

5.4.3 Jateamento com Óxido de Alumínio (Al_2O_3)

Análises em MEV (microscópio eletrônico de varredura) em implantes submetidos ao jateamento de alumínio (Al_2O_3) demonstram resíduos, provenientes do processo de fabricação, que podem contaminar a superfície do implante, o que seria prejudicial à osseointegração, pois competiriam com o cálcio para a formação de osso. O uso de óxido de titânio no lugar da alumina tornou-se uma forma de evitar esses efeitos indesejáveis na superfície do implante (SILVA et al, 2016).

5.5 Superfícies Nanotexturizadas

Nas superfícies nanotexturizadas, todos os implantes já vêm com uma camada de óxido na sua superfície. Quando tratados com anodização, recebem uma camada a mais de óxido, obtidas onde o implante é usado como um ânodo, ativando íons, quando um potencial elétrico é aplicado a esse implante, gera reações de transferência de cargas e íons (THAKRAL et al., 2014).

Segundo os autores, estando sob controle, o campo elétrico guiará o processo de oxidação que ocorrerá no implante e resultará no aumento da espessura da camada de óxido de titânio TiO_2 . Com o aumento dessa camada de óxido de titânio e a adição de outros elementos, como fosfato (PO_4), potencializa-se a osseointegração (THAKRAL et al., 2014).

Segundo Silva et al. (2016) os implantes com esse tratamento de superfície são menos dependentes de composição química, pois o processo resultante se define por um aumento complementar do contato osso-implante.

5.6 Superfícies Biomiméticas

O método biomimético, foi desenvolvido em 1990. Um procedimento que permite recobrir a superfície do implante com uma camada uniforme de HA similar à camada biológica, com até 15 μm de espessura, (SILVA et al., 2016).

O fosfato de cálcio, apresenta-se como um dos principais biomateriais para reposição e regeneração do tecido ósseo, pois apresenta como características (KURTZ, 2014):

- semelhança com a fase mineral de tecido ósseo, dentes e tecidos calcificados;
- excelente biocompatibilidade;
- bioatividade;
- ausência de toxicidade;
- taxas de degradação variáveis;
- osteocondutividade.

Em estudo de Carvalho et al. (2009) foram depositadas camadas de fosfato de cálcio pelo processo biomimético. Com as moléculas 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. Como vantagem também, do processo de cobertura biomimética é que esta possui propriedades tanto osteoindutora quanto osteocondutora.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantologia é uma das áreas da odontologia que tem sido bastante estudada e reconhecida nos últimos anos. Atingindo avanços consideráveis em relação ao prognóstico de sucesso da reabilitação bucal.

A reabilitação bucal com implantes osseointegrados tem proporcionado a harmonia facial de uma forma plena. Onde a criação de implantes dentários, de titânio, com propriedades comprovadas biologicamente compatíveis com o organismo humano, fez com que os pacientes pudessem desfrutar de uma melhor qualidade de vida.

O aumento do número de estudo na área tem proporcionado ao profissional optar entre diferentes tipos de tratamento de superfície baseados em evidências científicas, proporcionando assim um melhor tratamento aos seus pacientes.

Outro fator bastante discutido na literatura atualmente é quanto aos diferentes tratamentos de superfície dos implantes. Dentre os tratamentos de superfícies, elencou-se neste estudo, as superfícies usinadas, macrotextrizadas (spray de plasma de titânio, spray plasma hidroxiapatita e modificada por feixe de laser), microtexturizadas (ataque ácido, jateamento com ataque ácido, jateamento com óxido de alumínio (Al_2O_3), nanotextrizadas e biomiméticas. Tratamentos que proporcionam a preparação da superfície por adição - quando é acrescentado algum tipo de material na camada por meio de revestimento ou subtração - quando se remove parte dessa camada superficial por processos físicos e/ou químicos.

Ressalta-se que as propriedades físico-químicas e morfológicas da superfície do implante têm uma função direta na osteogênese que ocorre na interface osso/implante.

As inúmeras superfícies de implante têm como objetivo maior a osseointegração. Com o intuito de alcançarmos a diminuição deste tempo de osseointegração, propiciando uma fase protética cada vez mais precoce, evitando a morosidade dos tratamentos convencionais.

O tratamento das superfícies do implante quanto mais rugosas, de acordo com a literatura, apresentam maior área de contato osso-implante e melhores resultados mecânicos. Neste sentido, destaca-se que todos os métodos citados no

presente trabalho, promovem a osseointegração, porém com características diferentes.

Vale ressaltar-se que o excesso de rugosidade também pode atrapalhar, levando à facilidade de contaminação bacteriana.

A execução do tratamento de superfície de implantes vinculados à reparação estética e o restabelecimento dos elementos mastigatórios, ou seja, a recuperação dos dentes perdidos por qualquer causa, proporciona ao paciente o retorno da funcionalidade da sua atividade vocal, da saúde bucal e do sistema digestivo.

REFERÊNCIAS

- ALBREKTSON, T. **The Response of Bone to Titanium Implants**. Crit. Rev. Biocompatibility n. p 53-84, 1985.
- AMORIM, A. V. et al. **Implantodontia: Histórico, Evolução e Atualidades**. Id on Line Rev.Mult. Psic., vol.13, n.45, p. 36-48, 2019.
- BAUER, J. R. O. et al. **Titânio e Ligas de Titânio Propriedades e Técnicas de Fundição**. Revista de Pós-Graduação, São Paulo, v 9, n 2, p 179-185, abr 2002.
- BERNARDES, S.R.; CLAUDINO, M.; SARTORI, I.A.M. **Análise fotoelástica da união de pilar a implantes de hexágono externo e interno**. Implant News; 3(4):355-9, 2006.
- BRANDÃO, M. L. et al. **Superfície dos implantes osseointegrados X resposta biológica**. Revista ImplantNews; 7(1):95-101, 2010.
- CARVALHO, B.M. et al. **Tratamentos de superfícies nos implantes dentários**. **Revista de Cirurgia e Traumatologia Buco-maxilo-facial**, v.9, n.1, p.123-130, 2009.
- CIOTT, D. L. et al. **Características morfológicas e composição química da superfície e da microfenda implante-abutment dos implantes de dois estágios**. Implant News, v.3, n.4, p. 391-394, 2007.
- CORDIOLI, G; MAJZOUB Z.; PIATTELLI, A; SCARANO, A. **Removal torque and histomorphometric investigation of 4 different titanium surfaces: an experimental study in the rabbit tibia**. *Int J Oral Maxillofac Implants*. Lombard,15:668-74, 2000.
- ELIAS, C. N. et al. **Interações de células com diferentes superfícies de implantes dentários**. **Revista Brasileira de Odontologia**, v. 62, n. 12, p. 119-124, 2005.
- _____. **Variações da Superfície dos implantes osseointegráveis**. In: Congresso de Ciência dos Materiais. Joinville/SC, 2002.
- ELIAS, C.N.; LIMA, J.H.C.; SANTOS, M.V. **Modificações na superfície dos implantes dentários: da pesquisa básica à aplicação clínica**. Revista ImplantNews; 5(5):467-76, 2008.
- ELIAS, C.N.; OSHIDA, J.H.C.; LIMAD. M. **Relationship between surface properties, roughness, wettability and morphology) of titanium and dental implant removal torque**. J Mech Behav Biomed Mater; 1(3):234-42, 2008.
- FARIAS, I. B. S.; CAPPATO, L. P. **Implantes Imediatos: uma revisão da literatura**. Monografia de graduação. Faculdade de Odontologia. Universidade Federal Fluminense/Campus Universitário de Nova Friburgo, 2015.
- FAVERANI, Leonardo Perez et al. **Implantes osseointegrados: evolução sucesso**. Salusvita, Bauru, v. 30, n. 1, p. 47-58, 2011.

GIAVARES G. et al. Histomorphometric and Microhardness Assessments of Sheep Cortical Bone Surrounding Titanium Implants With Different Surface Treatments. **J Biomed Mater Res.** oct 1; Vol 67 (1) pp. 112-20, 2003.

GRANATO, R. et al. **Tendências atuais para aprimorar o processo de osseointegração.** Innovations Implants Journal – Biomaterials and Esthetics. São Paulo, p. 20-26, mai/ago, 2008.

GROISMAN, M; VIDIGAL-JR, G.M. **Tipos de superfícies de implantes.** In: Sobrape. (Org.). Periodontia e Implantodontia - Atuação clínica baseada em evidências científicas. Sobrape; v.14, p.1-14, 2005.

GUO, C. Y.; MATINLINNA, J. P.; TANG, A. T. H. **Effects of surface charges on dental implants: past, present, and future.** *International Journal of Biomaterials*, 2012, 381535. doi:10.1155/2012/381535, 2012.

HING, K. A. Bone repair in the twenty-first century: biology, chemistry or engineering? **Philosophical Transactions of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences**, v. 362, n.1825, p. 2821-2850, 2004.

JACHINOSKI, A.C.; SILVA, J. C. **Formação de Ligas de Titânio.** Seminário Disciplina de Formação de Ligas. Curitiba, UFPR, 2005.

JARDIM JÚNIOR, E. G. et al. **Características da topografia superficial e de contaminação microbiana de implantes Sin® desenvolvidos para pesquisa.** Innov. Implant. J.; 1 (2): 25-9. 2006.

KAWAHARA, H., KAWAHARA, D. **The history and concept of implant.** Chapter 1 Dental Implants. The Institute of Clinical Materials, 1–17. 2008.

KURTZ, S.M. et al. **Advances in zirconia toughened alumina biomaterials for total joint replacement.** J Mech Behav Biomed Mater; 31:107-16, 2014.

LONDON R.M.; ROBERTS, F.A.; BAKER, D.A. Histological comparison of a thermal dual etched implant surface to machined, TPS, and HA surfaces: bone contact in vivo in rabbits. **Int J Oral Maxillofac Implants.** Lombard,17:369-76, 2002.

LOTUFO, R. F.; LASCALA JR N. T. **Coordenadores Periodontia e Implantodontia – Desmistificando a Ciência.** – São Paulo: Artes Médicas, 445-450. 2003.

MARTINS, V et al. Osseointegração: análise de fatores clínicos de sucesso e insucesso. **Revista Odontológica de Araçatuba**, 32, 26–31, 2011.

MORAES, E. J. **A Implantodontia na Atualidade.** 2012. Disponível em <<http://coimplante.odo.br/apostilas/Apostila%201%20-%20Implantodontia%20na%20atualidade.pdf>> Acesso em 15 de jul 2019.

NAVES, M.M. et al. **Effect of Macrogeometry on the Surface Topography of Dental Implants.** Int J Oral Maxillofac Implants; 30(4):789-99, 2015.

NOVAES, A.B. et al. **Influence of implant surfaces on osseointegration.** BRAZ DENT J; 21:471-81, 2010.

SCHLEE, M. et al. **Prospective, Multicenter Evaluation of Trabecular Metal-Enhanced Titanium Dental Implants Placed in Routine Dental Practices: 1-Year Interim Report From the Development Period (2010 to 2011).** Clin Implant Dent Relat Res; 17(6):1141-53, 2015.

SILVA, F. L. *et al.* **Tratamento de superfície em implantes dentários: uma revisão de literatura.** RFO, Passo Fundo, v. 21, n. 1, p. 136-142, jan./abr. 2016.

SILVA, J. C. da. **Estudo comparativo de superfícies de titânio utilizadas em implantes.** Dissertação de Mestrado. Programa de pós-graduação em Engenharia. Universidade Federal do Paraná. 2006.

SILVA, M.H. et al. **Recobrimentos de titânio com fosfato de cálcio de relevância biológica pelo processo de deposição eletrólítica.** Revista Matéria, v.7, 2002.

TABA JR. Et al. Radiographic Evaluation of Dental Implants With Different Surface Treatment: an Experimental Study in Dogs. **Implant Dentistry.** Vol. 12 (3) pp. 252-8, 2003.

TEIXEIRA. E.R. Superfície dos implantes: o estágio atual. In: Dinato JC, Polido WD. Implantes osseointegráveis. **Rev.Cir. Traumatol. Buco-Maxilo-fac.**, Camaragibe, v.9, n.1, p. 123 - 130, jan./mar. 2009.

THAKRAL, G. et al. **Nanosurface – the future of implants.** J Clin Diagn Res; 8(5):ZE07-10, 2014.